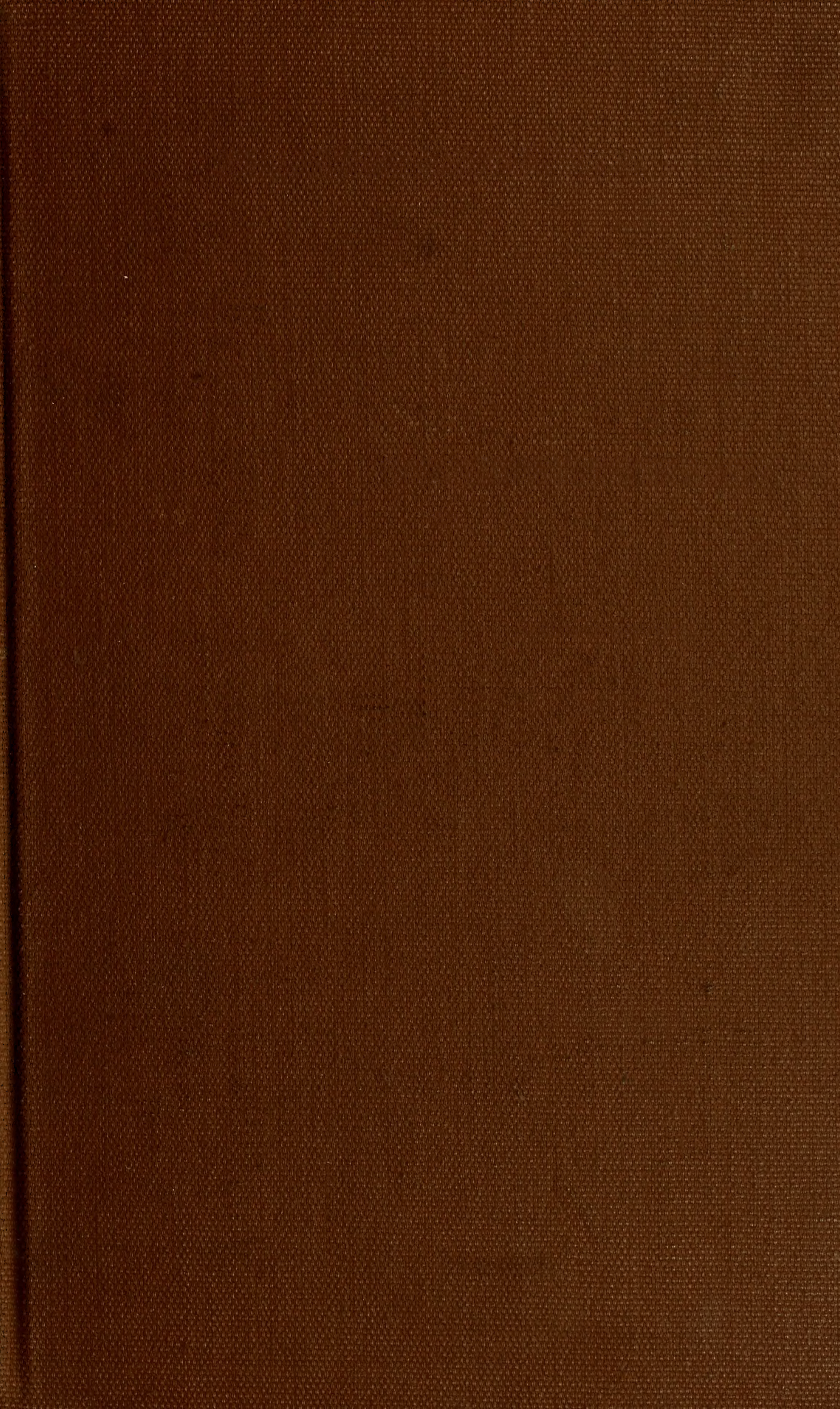
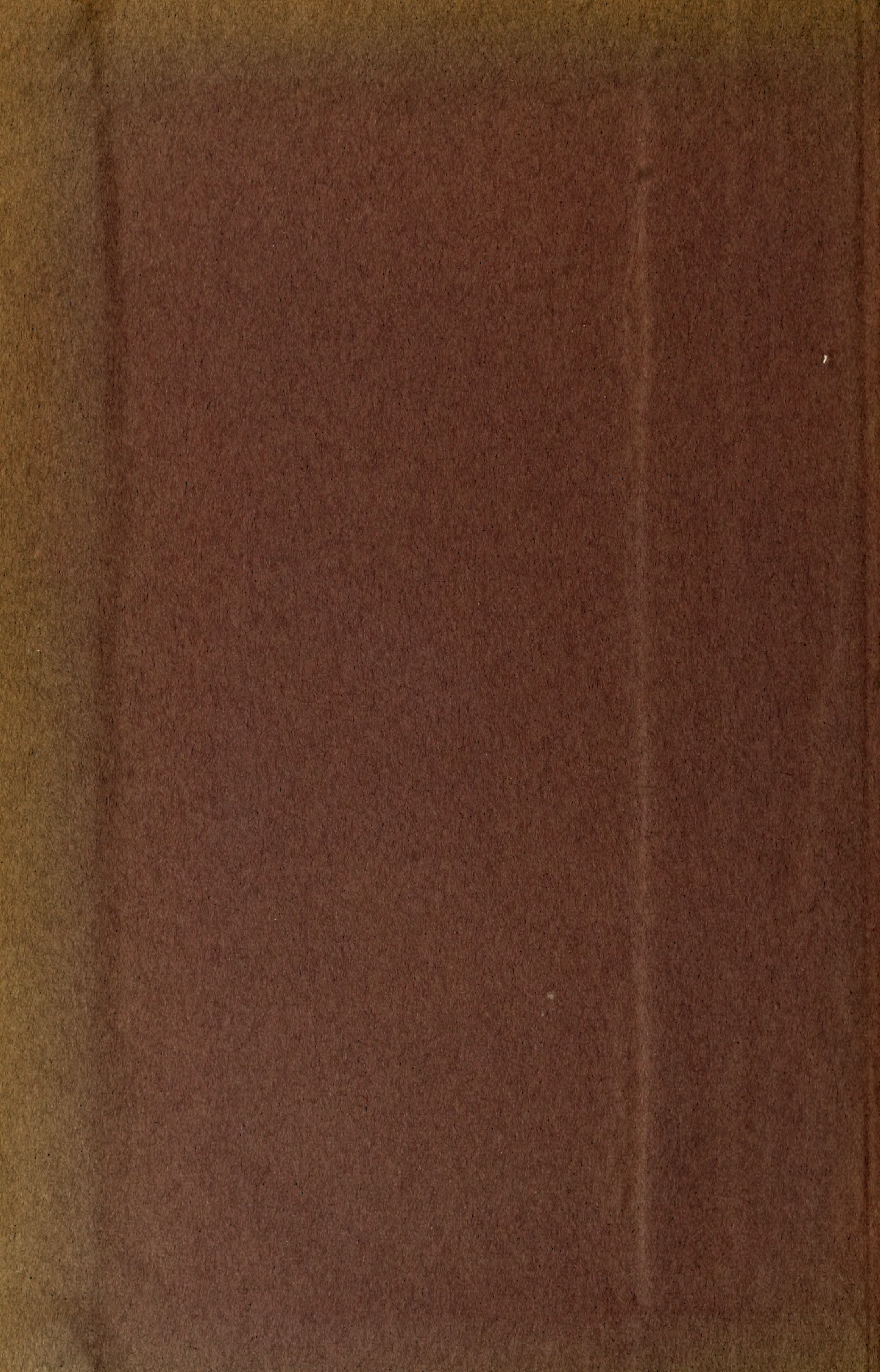


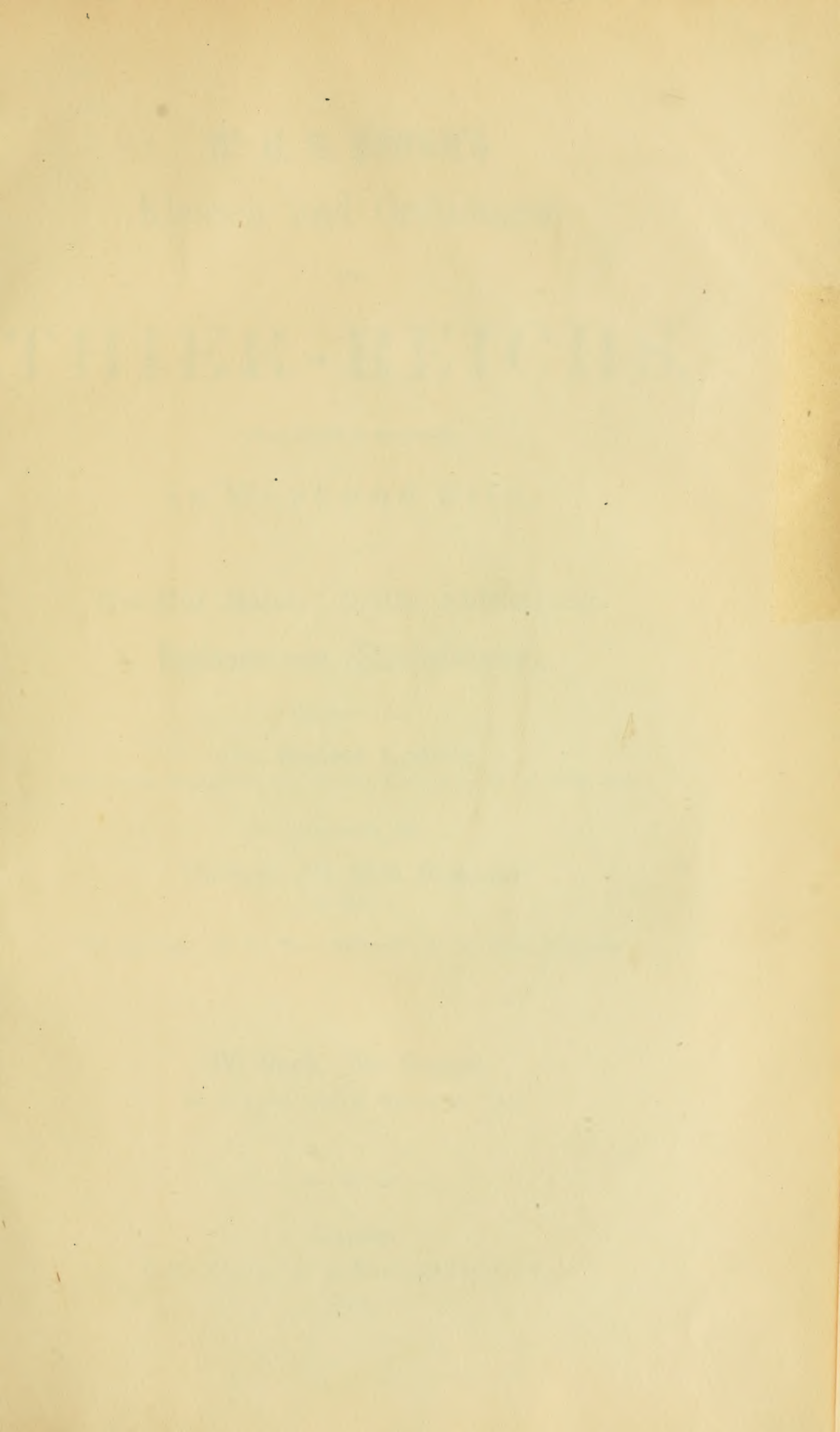


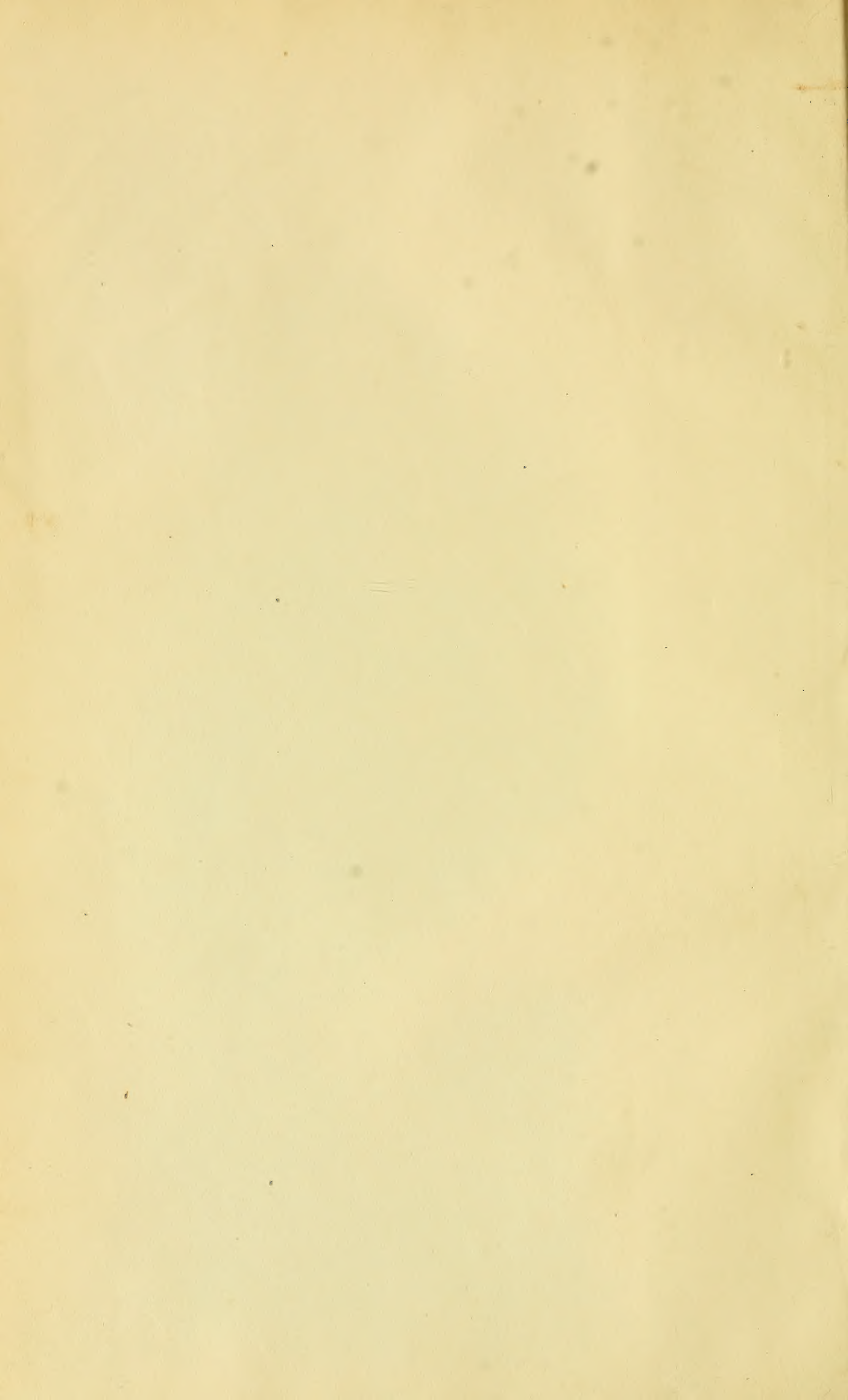












Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. Dritte Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. **Hubert Ludwig,**
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bonn.

Fortgesetzt von

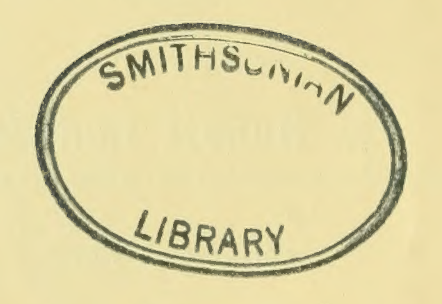
Professor Dr. **Otto Hamann**
in Berlin.

Mit Beiträgen von Dr. **Max. Meissner** und Dr. **Hans Przibram.**

IV. Buch. Die Seeigel.

Mit 18 Tafeln und 15 Figuren im Text.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1904.


SMITHSONIAN
LIBRARY

Inhaltsverzeichniss des vierten Buches.

Seite

Diagnose . . . 967

Allgemeiner Ueberblick . . . 967

A. Einleitung . . . 967

I. Literatur . . . 971, 1318

II. Geschichte . . . 1002

B. Morphologie . . . 1008

I. Gesammt-Aussehen . . . 1008

1. Form . . . 1008
2. Grösse . . . 1009
3. Farbe . . . 1010

II. Die Körperwand; Haut und ihre Schichten . . . 1011

III. Hautskelett . . . 1015

A. Die äusseren Skelettanhänge . . . 1015

1. Stacheln . . . 1015, 1312
2. Die Pedicellarien . . . 1022, 1315
3. Die Globiferen . . . 1037, 1315
4. Die Sphäridien . . . 1041

B. Die Kalkkörper der äusseren Körperanhänge . . . 1043

C. Das Hauptskelett . . . 1043

IV. Die Muskulatur der Körperwand . . . 1072

V. Das Nervensystem . . . 1077

A. Das Ektoneurale Nervensystem . . . 1077

B. Das hyponeurale Nervensystem . . . 1085

C. Der aboneurale (aborale) Nervenring . . . 1086

VI. Das Wassergefässsystem . . . 1086

1. Der Ringcanal . . . 1087
2. Die Radial-(Ambulacral-)Canäle und ihre Verzweigungen . . . 1090
   a. Verlauf der Radialcanäle . . . 1090
   b. Ambulacralfüsschen. Pedicellen . . . 1093
3. Der Steinkanal und die Madreporenplatte . . . 1106

VII. Die Leibeshöhle . . . 1108

VIII. Der Darmtractus . . . 1114

IX. Das Blutlakunensystem . . . 1121

1. Der Blutlakunenring . . . 1122
2. Die Darmlakunen . . . 1123
3. Der anale Blutlakunenring und die Lakunen der Geschlechtsdrüsen . . . 1125
4. Das Axialorgan . . . 1126

X. Die Flüssigkeit des Enterocöls, Hydrocöls und der Blutlakunen . . . 1131

XI. Die Schizocölräume . . . 1133

XII. Die Geschlechtsorgane . . . 1133

Seite

C. Entwicklungsgeschichte 1139
I. Die Vorbereitungen zur Entwicklung 1139
1. Ablage der Eier und des Samens (Brutpflege) 1139
2. Befruchtung 1141
II. Die Entwicklung der Larve 1142
1. Segmentation des Eies 1142
2. Das Blastulastadium 1143
3 Bildung des Mesenchyms 1144
4. Bildung der Gastrula 1145
5. Bildung der Kalkablagerungen 1146
III. Das Larvenstadium, Echinopluteus 1147
1. Bildung des Entero-Hydrocöls und des Larvendarms 1147
2. Bildung und Gestalt der Larve, Nomenklatur 1148
3. Beschreibung der Arten 1152
4. Histologie des Echinopluteus 1159
5. Uebergang der Larve in den Seeigel 1159
6. Entwicklung ohne Pluteusstadium 1163
7. Weiterentwicklung der einzelnen Organe 1163

D. Experimentelle Biologie der Seeigel von Dr. Hans Przibram 1169
Uebersicht 1170

E. Allgemeine Biologie 1296
1. Aufenthalt. Ortsbewegung. Bohrvermögen 1296
2. Nahrungserwerb. Schutz- und Trutzmittel 1299
3. Feinde. Mimicry 1301
4. Paosphoresciren 1302
5 Missbildungen 1302
6. Parasiten 1304
7. Nutzen 1306

F. Paläontologie 1308
Nachtrag 1312
Nachtrag zum Literaturverzeichnis 1318

G. Systematik von Dr. Maximilian Meissner 1321
1. Geschichte des Systems 1321
2. Specielle Systematik 1345



Dr. H. G. Bronn's

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

41., 42. u. 43. Lieferung.

Leipzig.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1901.



IV. Klasse.

Echinoidea, Seeigel.

Die Seeigel sind kuglige, bis flach scheibenförmige oder herzförmige Stachelhäuter, deren Körperwand Träger des Skelettes ist, das meist aus unbeweglichen Platten zusammengesetzt wird, welche wie eine Kapsel die in der Leibeshöhle liegenden Eingeweide umschliessen. Auf der Bauchseite, entweder in deren Mitte oder excentrisch, liegt die Mundöffnung, während der After auf der Rückenseite bald in der Mitte, dem Apicalfeld, bald ausserhalb des Scheitelpoles, im hinteren Interradius, angetroffen wird. Die Mundöffnung wird bei den sogenannten regulären Seeigeln von fünf Zähnen umgeben, welche durch ein Kaugerüst bewegt werden. Zähne und Kaugerüst können den irregulären Formen fehlen. Die fünf- oder sechseckigen Platten, welche das Hautskelett bilden, liegen in der Regel in zwanzig meridionalen Reihen angeordnet von der Mundöffnung bis zum Scheitelpol; von ihnen fallen je zwei benachbarte in die Strahlen; es werden die mit Poren versehenen 5 Paare als Ambulacralplatten, die dazwischen lagernden 5 Paare als Interambulacralplatten bezeichnet. Ausser den auf Höckern beweglich befestigten Stacheln trägt die Oberfläche Pedicellarien, Globiferen und Sphäridien. Die Madreporenplatte liegt auf der Rückenseite. Wassergefässsystem mit Saugfüsschen auf Bauch- und Rückenseite.

Allgemeiner Ueberblick.

Die Seeigel sind im Leben derartig orientirt, dass die Hauptaxe des Körpers, welche die beiden Pole verbindet, senkrecht zur Unterlage steht. Der orale Pol mit der Mundöffnung (Bauchfläche) ist stets nach unten, der Apicalpol oder Scheitelpol (Rückenfläche) stets nach oben gekehrt. Wir unterscheiden, dem fünfstrahligen Bau gemäss, Radien und Interradien. Bei den sogenannten regulären Formen, wie Echinus, tritt der fünfstrahlige Bau durch die Anordnung und Wiederholung der doppelten Plattenreihen des Skelettes äusserlich besonders deutlich hervor.

Die Plattenreihen, welche bei allen lebenden Familien 20 meridionale Reihen bilden, fallen paarweise in die Radien und Interradien. Dadurch,

dass die Reihen der radiären Ambulacralplatten mit den Reihen der interradialen Interambulacralplatten eine ununterbrochene Kugelschale bilden, kommt die Gestalt des Seeigels zu Stande. Die fünf in die Radien fallenden Paare von Plattenreihen werden als die Ambulacralfelder, die fünf interradial gelegenen als die Interambulacralfelder bezeichnet. Die die Ambulacralfelder bildenden Ambulacralplatten sind durchbohrt. Durch diese immer in der Zweizahl vorhandenen Poren treten die Zu- und Abflusscanäle der Ambulacralfüsschen. Die einzelnen Platten sind entweder fünfeckig oder sechseckig gestaltet und fest unter einander verbunden Nur bei den Echinothuriden sind sie beweglich.

Die Plattenreihen reichen aber gewöhnlich weder bis zum Apical- oder Scheitelpol, noch bis zum Mund. Letzterer wird stets von einer weichen Haut, der Buccalhaut umgeben. Um den Scheitelpol oder das Scheitelfeld liegen 10 einfach durchbohrte Platten, einen Ring bildend. Die fünf grösseren interradiär gelegenen enthalten die Geschlechtsöffnungen, die fünf kleineren, die nach aussen von den ersteren, die sich berühren, liegen, sind radial gelegene und tragen die Fühler. Erstere sind die Genital- oder Basalplatten, letztere die Terminal(Ocellar-)platten. Eine der Genitalplatten kann zur Madreporenplatte umgewandelt sein. Das Scheitelfeld, welches, wie bereits erwähnt wurde, innerhalb der 10 Platten liegt, wird in der Jugend von einer einzigen Platte eingenommen; erst im Laufe der Entwicklung bildet sich in ihm, excentrisch, die Afteröffnung. Indem bei weiterem Wachsthum sich neue kleine Kalkplatten bilden, liegt die Subanalplatte, an ihrer Grösse kenntlich, später zwischen diesen. Auf der Oberfläche der Platten beider Felder stehen auf Höckern die Stacheln, welche beweglich sind. Weiter treffen wir die Pedicellarien in verschiedenen Gestaltungen, Globiferen, Sphäridien und Semiten oder Fasciolen.

Das soeben geschilderte Verhalten der Plattenreihen, welche vom Peristom bis zum Scheitelfeld reichen, gilt nur für die sogenannten regulären Formen. Bei den unregelmässigen Seeigeln, bei denen der Mund central, der After aber excentrisch in ein Interambulacralfeld zu liegen gekommen ist, den Clypeastriden, sowie den Spatangiden, bei welchen der Mund nach vorn in der Richtung des vorderen unpaaren Ambulacralfeldes sich verschoben hat, sind die Ambulacralfelder ungleich, oft auf die Rückenseite beschränkt, und bilden eine blattförmige Rosette, oder aber sie bilden auf der Bauchseite eine als Floscelle bezeichnete fünfblättrige Figur. Wenn man von regulären und im Gegensatz zu diesen von unregelmässigen, irregulären Seeigeln, von bilateral symmetrischem Bau spricht, so sind beide Bezeichnungen nicht streng richtig. Die Schale der sogenannten regulären Formen ist wie die der Spatangiden und Clypeastriden nach demselben Princip gebaut. Die paarweise nebeneinander liegenden Kalkplattenreihen der Ambulacren sind bei allen Echinoideen nach dem gleichen Gesetz angeordnet, das heisst die Haupt- oder Symmetrieebene fällt in einen bestimmten Radius und wird durch

die Lage der Madreporenöffnungen in der rechten vorderen Basalplatte bestimmt. Die Anordnung der Platten ist in allen Fällen eine bilaterale, nicht genau symmetrische. Die verticale Mittelebene, welche sich sofort bei einem Spatangus erkennen lässt und durch den unpaaren Radius (vorderes unpaares Ambulacralfeld) und das gegenüber liegende Interambulacralfeld (mit dem After) geht und den Körper in zwei symmetrische Hälften zerlegt, ist auch bei einem Echinus trotz der anscheinend grossen Gleichmässigkeit seiner fünf Radien erkennbar. Bei den irregulären Seeigeln sprechen wir von einem Bivium und Trivium, und verstehen darunter die beiden hinteren und die drei vorderen Ambulacralfelder. Das mittlere der drei Ambulacralfelder bezeichnet das vordere Körperende, während das gegenüberliegende Interambulacrum mit dem After das Hinterende des Körpers ist.

Das Wassergefässsystem setzt sich aus dem Steincanal, dem Wassergefässring und den radiären Gefässen zusammen. Der erstere ist eine meist unverkalkte, senkrecht von der Madreporenplatte durch die Leibeshöhle sich erstreckende Röhre, die in den Wassergefässring mündet, der die Mundöffnung auf der Innenseite der Schale umkreist (Spatangiden), oder aber auf den Kauapparat zu liegen gekommen ist. Polische Blasen können, interradial gelegen, hinzukommen. Die radiären Wassergefässe verlaufen an der Aussenseite des Kauapparats hinab, treten in die Körperwand und laufen in der Innenseite der Schale, in der Mitte der Ambulacralfelder, bis zum Scheitelpol in einem Fühler endigend, der durch die Ocellarplatte hindurchtritt. Den gleichen Verlauf haben die fünf radiären Nervenstämme. Sie liegen nach aussen von dem entsprechenden Wassergefäss und werden durch die radiären Blutgefässe, die denselben Verlauf haben, von den Wassergefässen getrennt. Während aber Blutgefässe und Wassergefässe bei den mit Kieferapparat versehenen Seeigeln auf letzteren hinaufsteigen, um den Blutgefässring und den Wassergefässringcanal zu bilden, treten die fünf Nervenstämme zur Bildung des pentagonalen Nervenringes an der inneren Seite der Mundhaut zusammen. Die Füsschen treten durch die meist am Rande der Ambulacren stehenden Poren, die stets in der Zweizahl vorhanden sind, da jedes Füsschen einen Zufluss- und Abflusscanal besitzt, die aus gut entwickelten Ampullen entspringen. Sie sind mit kräftigen Saugplatten versehen oder aber zeigen an einzelnen Körperstellen, so auf dem Rücken, mannigfache Umbildungen. Der Darmcanal, welcher den grössten Theil des Innenraumes der Schalenkapsel einnimmt, durchzieht als drehrunder Schlauch zunächst von links nach rechts an der Innenwand der Schale diese in einem Kreis, um hierauf umzubiegen und denselben Weg in entgegengesetzter Richtung zurückzulegen, endlich zum After umzubiegen und hier sich nach aussen zu öffnen. Im Anfangstheil wird der Darm von einem sogenannten Nebendarm eine Strecke weit begleitet. Bei den Regulären und den Clypeastriden kommt es zur Bildung eines complicirten Kauapparates, der Laterne des Aristoteles. Als besondere Athmungs-

organe werden neben den Füsschen besondere Hautausstülpungen am äusseren Rande der Mundhaut als Mundkiemen beschrieben, die bei den Cidariden durch die sogenannten inneren Mundkiemen, Aussackungen am Kauapparat, ersetzt werden. Die Seeigel sind getrennt geschlechtlich oder hermaphroditisch. Die meist fünf Eierstöcke und Hoden entleeren ihre reifen Producte durch meist einen, selten mehrere Poren der Genitalplatte. Aus den Eiern entsteht das als Pluteuslarve bezeichnete Entwicklungsstadium, oder aber die Entwicklung erfolgt direct mit Brutpflege. Alle Seeigel sind Meeresbewohner.

Der Name Echinos wurde bereits von Aristoteles gebraucht. Linné nannte die ganze Gruppe Echinus. Später, als die Kenntniss der Arten zunahm, bezeichnete man die einzige, später die eine Familie der Seeigel als *Echinidae,* während man die Classe oder Ordnung *Echinidea* oder *Echinoidea*, das heisst Echinus-förmige nannte.

A. Einleitung.

I. Literatur.*)

(1) **Agassiz, Al.**, Synopsis of the Echinoids collected by Dr. W. Stimpson on the North Pacific Exploring Expedition under the commandant of Captains Ringgold and Rodgers. Proc. American Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1863 (1864), p. 352—361.

(2) — On the Embryology of Echinoderms. 4 Taf. American Acad. Arts and Sc. Vol. 9, 1867. 4°.

(3) — Remarks about the geographical distribution of the Sea Urchin of Massachusetts Bay, the Echinus granularis Say. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 9 (1862—63), 1865, p. 191—193.

(4) — Note on Lovéns Article on „Leskia mirabilis Gray". Ann. Lyc. Nat. Hist. New- York. Vol. 9, 1870, p. 242—245.

(5) —— Ueber die Jugendzustände der Seeigel. Arch. f. Naturgesch. Jg. 36, Bd. 1, 1870, p. 127—149.

(6) —— The development of Echini. Monthly Microsc. Journ. Vol. 3, 1870, p. 251—252.

(7) —— Preliminary Notice of a few Species of Echini. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 3, No. 4, 1872, p. 55—58.

(8) —— Revision of the Echini. Illustr. Catalogue of the Mus. Comp. Zool. No. 7. 4 Parts. 94 Taf. u. 69 Fig. 1872—1874. 762 S.

(9) —— On viviparous Echini from the Kerguelen Islands. M. Fig. Proc. American Acad. Arts a. Sc. N. Ser. Vol. 3 (1875—76), 1876, p. 231—236.

(10) —— Observations sur les Échinides vivipares provenant des îles Kerguelen. 1 Taf. Ann. Sc. nat. Sér. 6, Zool. T. 5, 1877, art. 6 (aus Proc. American Acad. Arts a. Sc. 1876, T. 11).

(11) —— The Echini collected on the Hassler Expedition. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 3, No. 3, 1876, p. 187—190.

(12) —— Preliminary Report on the Echini of the Exploring Expedition of H. M. S. „Challenger" Sir C. Wyville Thomson Chief of Civilian Staff. Proc. American Acad. Arts a. Sc. N. Ser. Vol. 6 (1878—79), 1879, p. 352—361.

(13) —— Note on some Points in the History of the Synonymy of Echini. Proc. Zool. Soc. London 1880, p. 33—38.

(14) —— On the Dredging operations of the U. S. Coast Survey St. „Blake" during. January 1879 — July 1880. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. 5, No. 8, 1879, p. 1—9; 55—64; p. 289—302; Vol. 6, 1881, p. 147—154.

(15) — Palaeontological and Embryological Development; Address before the American Association for the Advancement of Science, Boston Meeting, Aug. 1880. Cambridge, Mass.; auch in: Ann. Nat. Hist. Sc. 5, Vol. 6, p. 348—372.

(16) —— Preliminary Report on the Echini (Reports on the Results of Dredging, under the Supervision of Alexander Agassiz, in the Carribean Sea in 1878—79, and along the Atlantic Coast of the United States during the Sommer of 1880, by the U. S. Coast Survey Steamer „Blake" IX). Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. 8, No. 2, Mass. 1880, p. 69—84.

*) Die paläontologische Literatur ist nur mit einzelnen Werken berücksichtigt worden. — Ein Nachtrag zu diesem Verzeichniss wird vor Beginn der Systematik folgen.

(17) **Agassiz, Al.,** Report on the Echinoidea. Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. „Challenger". Zoology. Vol. 3, Part. 9, 45 Taf., 321 S., 1881.

(18) —— Bibliography to accompany „Selections from Embryological Monographs" compiled by Alexander Agassiz, Walter Faxon and E. L. Mark. 2. Echinodermata. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. 10, 1882, p. 109—134.

(19) —— The Connection between the Cretaceons and the recent Echinid Faunae. American Journ. of. Sc. Vol. 23, 1882, p. 40—46.

(20) —— Selections from Embryological Monographs compiled by A. Agassiz, W. Faxon and E. L. Mark. 2. Echinodermata. 15 Taf. Mem. Mus. Harvard Coll. Vol. 9, 1883 (44 p.).

(21) —— Report on the Echini. Reports on the Results of Dredging by the „Blake". 32 Taf. Part. 24, 1, ib. Vol. 10 (94 p.).

(22) —— Reports on the Dredging Operations of the West Coast of Central America to the Galapagos. . . 23. Preliminary Report on the Echini. 13 Taf. u. 1 Karte. Bull. Mus. Horvard Coll. Vol. 32, 1898, p. 71—86.

(23) —— The Islands and Coral Reefs of Fiji. 120 Taf. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 33, 1899 (167 S.). (Bohren von Echinometra.)

(24) **Agassiz, E. u. A.,** Sea-side Studies in Natural History. Marine Animals of Massachusetts Bay Radiates. Boston 1871.

(25) **Agassiz, Louis,** Prodrome d'une monographie des Radiaires on Echinodermes in: Ann. Scienc. nat. Sér. 2, Zool. T. 7, 1837, p. 257—296. — Ann. of nat. hist. Vol. 1, 1838. p. 30—44. 297—307. 440—449; Mém. Soc. Sc. nat. Neuchâtel, Vol. 1, 1835, p. 168—199.

(26) —— Einleitung zu einer Monographie der Radiarien oder Echinodermen. Frorieps Nat. Notizen. Bd. 5, No. 108, 1838, p. 305—311; No. 109, p. 321—326.

(27) —— Description des Echinodermes vivans et fossiles. Livr. 1. Les Saléniens. 5 Taf. Neuchâtel en Suisse 1838; Livr. 2, Les Scutelles. 31 Taf. 1841; Livr. 3, Monographie des Galérites et des Dysasters p. Ed. Desor. 17 Taf. 1842; Livr. 4, L'anatomie du genre Echinus p. G. Valentin. 9 Taf. 1842.

(28) —— et **Desor, E.,** Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des Échinodermes. Précédé d'une introduction sur Organisation, la classification, et le développement progressif des types dans la série des terrains. 2 Taf. Ann. Sc. nat. Ser. 3, Zool. T. 6, 1846, p. 305—374; T. 7, 1847, p. 129—168; T. 8, 1847, p. 5—35, 355—380.

(29) **Albert,** Prince of Monaco, Première campagne de la „Princesse Alice". 2. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 128, 1899, S. 212—214.

(30) **Albrecht, E.,** Untersuchungen zur Structur des Seeigeleies. Sitzungs-Ber. Ges. Morphol. u. Physiol. München, Bd. 14, 1899, S. 133—141.

(31) **Alcock, Thos.,** On Echinus lividus by specimens from Roundstone. 1 Fig. Proc. Lit. a. Philos. Soc. Manchester, Vol. 6 (1866—67), 1867, S. 25—26.

(32) **Alcock, A.,** and **Anderson, A. R. S.,** Illustrations of the Zoology of the R. Indian Marine Surveying Steamer „Investigator". Echinoderma. Calcutta 1895. 5 Taf.

(33) —— Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator" Series 2, No. 9. An Account of the Deep Sea Collection made during the Season 1892—93. 2 Taf. Journ. Asiatic Soc. Bengal. Vol. 62, 1898, S. 169—184.

(34) **Andrews, G. F.,** Some Spinning Activities of Protoplasma in Starfish and Sea-Urchin Eggs. Journ. of Morphol. Boston. Vol. 12, 1897, S. 367—389.

(35) **Ankum, H. J. van,** Mededeelingen omtrent de vergroeiing van de generatie-organen bij Echinus en eenige verwante geslachten. M. Fig. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereenig. Deel 1 (1874), p. 176—187.

(36) —— Kalklichaampjes bij Echinometra lucunter Ag. M. Fig. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereenig. Deel 1, 1874, p. 188—196.

(37) —— Iets omtrent de generatie-organen bij Echinus esculentus L. 1 T. Tijdschr. Nederland. Dierk. Vereenig. Deel 1, 1874, p. 52—57.

(38) **Ankum, H. J. van,** Sur la soudure des organes génitaux des oursins réguliers. 2 Taf. Arch. néerl. sc. exact. nat. T. 11, 1876, p. 97—116.

(39) **Appellöf, A.,** Faunistiske undersögelser i Osterfjorden. Bergens Mus. Aarbog f. 1896, No. 13 (13 S.). 1897.

(40) **Aradas, Andr.,** Monografia degli Echinidi viventi e fossili di Sicilia. Atti Accad. Gioënia. Ser. 2, Vol. 6, 1850, p. 53—96, 189—216; Vol. 7, 1850, p. 229—247; Vol. 8, 1853, p. 149—178; p. 271—294. — Append. 1, ibid. Vol. 10, 1854, p. 215—227. Estratta Catania, tip. Scinto 1850—54. 4⁰.

(41) **Aristoteles,** Werke. Naturgeschichte der Thiere. Zehn Bände. Deutsch von A. Karsch. Buch 4. Stuttgart. 1866. 8⁰.

(42) ——— Ueber die Theile der Thiere. Vier Bücher. Deutsch von A. Karsch. Berlin. s. a. 8⁰. (128 S.).

(43) **Aurivillius, Carl W. S.,** Hafsevertebrater från nordligaste Tromsöamt och Vestfinmarke. Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 11, No. 4. 1886.

(44) ——— Om hafsevertebraternas utvecklingstider och periodiciteten i larvformernas uppträdande vid Sveriges vestkust. Bih. Svenska Akad. Handl. Bd. 24, 1899, Afd. 4, No. 4 (91 S.).

(45) **Austin, Thomas,** Proposed arrangement of the Echinodermata, particularly as regards the Crinoidea and a subdivisions of the class Adelostella (Echinidae). Ann. of nat. hist. Vol. 10, 1842, p. 106—113.

(46) **Ayers, H.,** On the Structure and Function of the Sphaeridia of the Echinoidea. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 26, 1885, p. 39—56.

(47) **Barker-Webb, P.,** et Sabine Berthelot, Histoire naturelle des îles Canaries. T. 2; 2. partie (zoologie). Paris 1836—1844. 4⁰. (Enthält: **D'Orbigny,** Mollusques, Echinodermes etc. recueilles aux îles Canaries par Webb et Berthelot 1839 p. 148—149, Echinodermes).

(48) **Barret, L. u. Mac Andrew, R.,** List of the Echinodermata dredged between Drontheim and North Cape. Ann. Nat. Hist. Ser. 2, Vol. 20, 1857, p. 43—46.

(49) **Barrois, Th.,** Catalogue des Crustacés podophthalmaires et des Echinodermes recueilles à Concarneau durant les mois d'Août-September 1880. 4 Taf. Lille 1882. (68 S.).

(50) ——— Liste des Echinodermes recueillis aux Açores 1887. Revue biol. du Nord de la France. Lille 1888.

(51) ——— Note sur une nouvelle forme parasite des Firoles, Trichoelina paradoxa Barrois. 2 Taf. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Année 23, 1887, p. 1—17.

(52) **Baster,** Naturkundige Uitspannungen. Haarlem 1762, p. 132.

(53) **Bate, C. Spence,** Note on the supposed „Discovery of on extremely minute Vertebrate" Lower Jaw in Mud dredged at St. Helena by Dr. Wallich. M. Fig. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 3, Vol. 10, 1862, p. 441.

(54) **Bateson, William,** Materials for the Study of Variation treated with especial regard to Discontinuity in the Origin of Species. 209 Fig. London 1894. (598 S.).

(55) **Baudelot, E.,** Contribution à l'histoire du système nerveux des Echinodermes. Arch. Zool. expér. T. 1, 1872, p. 177—216.

(56) **Beddard, F. E.,** Striated muscles in Echinida. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 17, 1886, p. 428—430.

(57) **Bell, F. Jeffrey,** Observations on the characters of the Echinoidea. 1. On the species of the genus Brissus, and on the allied forms Meoma and Metalia. 2. On the species of the genus Tropneustes Agassiz. Proc. Zool. Soc. London, 1879, p. 249—255; p. 655—662.

(58) ——— Note on the Number of Anal Plates in Echinocidaris. Proc. Zool. Soc. London 1879, p. 436—437.

(59) ——— Note on an abnormal (quadriradiate) specimen of Amblypneustes formosus. 1 Taf. Journ. Linn. Soc. London, 15, No. 82. 1880, p. 126—129.

(60) **Bell, F. Jeffrey,** On Palaeolampas, a new Genus of the Echinoidea. 1 Taf. Proc. Zool. Soc. 1880, p. 43—49.

(61) —— On the names to be applied to certain Echinoidea. Proc. Zool. Soc. London 1880, p. 220—222.

(62) —— Observations on the Characters of the Echinoidea. 3. On some genera and species of the Temnopleuridae. 1 Taf. Proc. Zool. Soc. London, 1880, p. 422—440.

(63) —— (Remarks upon an immature specimen of an Echinoid, Echinolampas?) Proc. Zool. Soc. London, 1880, p. 356—358.

(64) —— Account of the Zoological Collections made during the Survey of H. M. S. „Alert“ in the Straits of Magellan and on the Coast of Patagonia. Echinodermata. 2 Taf. Proc. Zool. Soc. London, 1881, P. 1, S. 87—101.

(65) —— Observations on the Characters of the Echinoidea. Part. 4, the Echinometridae. ib. p. 409—433.

(66) —— Description of a new Species of the genus Mespilia. ib. p. 433—435.

(67) —— On the apparent retention of a Sur-anal Plate by a young Echinometra. Journ. Linn. Soc. London, Zool. Vol. 15, No. 86, 1881, p. 318—320.

(68) —— Note on the Spicules found in the Ambulacral Tubes of the regular Echinoidea. 1 Taf. Journ. R. Microsc. Soc. Ser. 2, Vol. 2, 1882, p. 297—299.

(69) —— Note on the Echinoderm-Fauna of the Island of Ceylon, together with some observations of Heteractinism. Ann. Mag. Nat. Hist. Se. 5, Vol. 10, 1882, p. 218—225.

(70) —— Report on the Echinodermata collected by Mr. Francis Day in H. M. S Triton the Eastern Coast of Scotland in July 1882. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 17, 1883, p. 102—104.

(71) —— Observations on the Generic and Specific Characters of the Laganidae. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 11, 1883, p. 130—136.

(72) —— Notes on the Structural Characters of the Spines of Echinidae (Cidaridae). 1 Taf. Journ. Roy. Microsc. Soc. Ser. 2, Vol. 4, 1884, p. 846—850.

(73) —— Echinodermata of the vóyage of the „Alert“. 11 Taf. Report Zool. Coll. Alert, 1884, p. 118—177; p. 509—512.

(74) —— On the Generic Position and Relations of Echinanthus (Anomalanthus n. g.) tumidus. 2 Taf. Proc. Zool. Soc. London, 1884, p. 40—44.

(75) —— Report on a Collection of Echinodermata from Australia. Proc. Linn. Soc. N.-S. Wales, Vol. 9, 1885, p. 496-509.

(76) —— Report on a Collection of Echinodermata from the Andaman Islands. 1 Taf. Proc. Zool. Soc. London, 1887, p. 139—145.

(77) —— Report of a Deep-sea Trawling Cruise of the S. W.-Coast of Ireland, under Direction of W. Spotswood Green. Echinodermata. 2 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 4, 1889, p. 432—445.

(78) —— On the Arrangement and Inter-relations of the Classes of the Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 8, 1891, p. 206—215.

(79) —— Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum. 16 Taf. London 1892 (202 p.). 8°.

(80) —— Description of a remarkable new Sea-Urchin of the Genus Cidaris from Mauritius. 1 Taf. Trans. Zool. Soc. London, Vol. 13, 1893, S. 303—304.

(81) —— On the Echinoderms collected during the Voyage of H. M. S „Penguin“ and by H. M. S. „Egeria“, when surveying Macclesfield Bank. 5 Taf. Proc. Zool. Soc. London, 1894, S. 392—413.

(82) —— Report on the Echinoderms collected by Dr. Willey. 1 Taf. Zool. Results Willey Cambridge, 1899, S. 141—150.

(83) —— On the Actinogonidiate Echinoderms collected by Mr. J. Stanley Gardiner at Funafuti and Rotuma. — Proc. Zool. Soc. London f. 1898, 1899, S. 849—850.

(84) **Belval, Th.,** Observations sur le genre Lobophora. Bull. de l'Acad. R. de Belgique, Sér. 2, T. 15, 1863, p. 188—199.

(85) —— Description d'une espèce nouvelle d'Échinide, appartenant au genre Encope Ag. 1 Taf. Bull. de l'Acad. R. de Belgique, Sér. 2, T. 15, 1863, p. 419—424.

(86) **Bennett, E. T.,** Notice on an peculiar property of a species of Echinus (E. saxatilis). Trans. Linn. Soc. London, Vol. 15, 1827, p. 74—77.

(87) —— Ueber eine besondere Eigenschaft einer Art von Seeigel (Echinus lividus Lam.). Frorieps Not. Bd. 18, No. 384, 1827, p. 150—152.

(88) **Bergh, R. S.,** Bidrag til Opfattelsen af Kløvning og kimbladdanuelse hos Echiniderne. 1 Fig. Videnskab. Meddel. fra naturhist. Foren. Kjøbenhavn. (Aaren 1879—80), 1880, p. 255—264.

(89) **Bernard, F.,** Liste des Echinides recueillis pendant les croisières du „Talisman" et du „Travailleur". Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 1895, S. 207—209.

(90) **Bittner, A.,** Beiträge zur Kenntniss alttertiärer Echinidenfaunen der Südalpen. Abth. 2. 4 Taf. Beitr. z. Paläontol. von Oesterreich-Ungarn. Bd. 1, Heft 2, 1881, p. 73—110.

(91) **Blainville, H. M.,** Manuel d'Actinologie. M. Atlas. Paris 1834. Bd. 2. 8°.

(92) **Bolau, Heinrich,** Die Spatangiden des Hamburger Museums. 1 Taf. Abhandl. d. natur. Ver. Hamburg. Bd. 5, Abth. 4, 1873, p. 1—24.

(93) —— Neue Spatangiden. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 40, Bd. 1, 1874, p. 175—178.

(94) **Bölsche, Wilhelm,** Zusammenstellung der bis jetzt bekannten Echiniden aus der Gruppe der Diademiden. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 31, Bd. 1, 1865, p. 324—336. Nachtrag ib. Jahrg. 32, Bd. 1, 1866, p. 89.

(95) **Boveri, Th.,** Ueber partielle Befruchtung. Sitzungsbr. Morphol. Phys. Ges. München. Bd. 4, 1889, p. 64—72.

(96) —— Ueber den Antheil des Spermatozoon an der Theilung des Eies. ib. Bd. 3, 1887, p. 151—164.

(97) —— Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzungsber. Ges. Morphol. u. Physiol. München, Bd. 5, 1889.

(98) —— Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes. 1 Fig. Verh. Physik.-Med. Ges. Würzburg, Bd. 29, 1895, S. 1—75.

(99) —— Ueber die Befruchtungs- und Entwickelungsfähigkeit kernloser Seeigel-Eier und über die Möglichkeit ihrer Bastardirung. 2 Taf. Act. f. Entwickelungsmech. Bd. 2, 1895, S. 394—448.

(100) —— Ueber die Polarität des Seeigel-Eies. 4 Fig. Verh. Phys.-Med. Ges. Würzburg. N. F. Bd. 34, 1901, p. 145—176.

(101) —— Die Polarität von Ovocyte, Ei und Larve des Strongylocentrotus lividus. 3 Taf. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog. d. Thieres, Bd. 14, H. 4, 1901, S. 630—653.

(102) **Brady, George S.,** Echinocardium cordatum (Occurrence). Nat. Hist. Trans. Northumberland a. Durham, Vol. 4, 1872, p. 513.

(103) **Brander, Gustav,** An account of a remarkable Echinus. M. Fig. Philos. transact. Vol. 49, P. 1, 1755, p. 295.

(104) **Brandt, J. F.,** Einige Worte über die für die Reise des Herrn von Mittendorff von mir bearbeiteten Stachelhäute der Asteriden und Echiniden. Mélanges biol. tirés du Bull. phys. math. de l'Acad. de St. Pétersbourg. T. 1, Livr. 1, 1850, p. 72.

(105) **Braun, M.,** Verzeichniss der Echinodermen des Hafens von Mahon, Minorca. Sitzungs-Ber. d. Nat. Ges. Dorpat, Bd. 7, 1885, p. 307—310.

(106) **Breynius, Joannes Philippus,** Dissertatio physica de Polythalamiis, nova testaceorum classe, cui quaedam praemittuntur de methodo testacea in classes et genera distribuendi. Huic adiicitur commentatiuncula de Belemnitis prussicis; Tandemque Schediasma de Echinis methodice disponendis. Cum figuris. 14 Taf. auf 12 Taf. Gedani 1732. 4°. (64 S.).

(107) **Bury, H.**, Studies in the Embryology of the Echinoderms. 3 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 29, 1889, p. 409—449.

(108) — The Metamorphosis of Echinoderms. 7 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 38, 1895, S. 45—135.

(109) **Busk, G.**, Note on Dr. Wallich's „Microscopic Jaw". Journ. of Microsc. Soc. 1863, p. 38.

(110) **Bütschli, O.**, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892. 6 Taf. u. 23 Fig. (234 p.).

(111) —— Versuch einer Ableitung des Echinoderms aus einer bilateralen Urform. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 53, 1892. Suppl. p. 136—160.

(112) **Caillaud, Frédéric**, Observations sur les Oursins perforants de Bretagne. 1 Taf. Rev. et Mag. de Zool Ser. 2, T. 8, 1856, p. 158—179.

(113) — Supplément à des précédentes observations, Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 45, 1857, p 474—476.

(114) **Camerano, Lor.**, Osservazioni intorno al dimorfismo sessuale degli Echinodermi. Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino, Vol. 5, No. 91, 1890.

(115) **Cardile, Giuseppe**, Su i Ricci marini ricerche anatomico-fisiologiche. Palermo, tip di Franc. Lao, 1854 (18 S.). 8°.

(116) **Carpenter, W. B.**, On the Reparation of the Spines of Echinidae. 1 Taf. Monthly Microsc. Journ. Vol. 3, 1870, p. 225—228.

(117) **Carpenter, P. H.**, Some disputed points in Echinoderm Morphology. 2 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. New. Ser. Vol. 20, 1880, p. 321—329.

(118) — Notes on Echinoderm Morphology, No. 5. On the Homologies of the Apical System, with some Remarks upon the Blood-vessels. Quart. Journ. Microsc. Soc. Vol. 22, 1882, p. 1—16.

(119) — Notes on the Echinoderm Morphology. No. 9, On the Vascular System of the Urchins. Quart. Journ. Microsc. Sc Ser. 2, Vol. 25, Spplt. 1885, p. 139—155.

(120) —— On certain Points in the Anatomical Nomenclature of Echinoderms. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 6, 1890, p. 1—23.

(121) **Carus, J. V.**, Prodromus Faunae Mediterraneae sive Descriptio animalium maris mediterranei incolarum. Pars 1. Stuttgart 1885, p. 85—111. 8°.

(122) **Cattaneo, G.**, Gli amoebociti dei Cefalopodi e loro confronto con quelli d'altri invertebrati. 4 Taf. Atti Univ. Genova 1891 (50 p.).

(123) **Chadwick, H. C.**, Note on a tetramerous spec. of Echinus esculentus. The Liverpool Biol. Soc. Vol. 12, 1 Taf. p. 288.

(124) **Chiaje**, Stefano delle, siehe **Delle Chiaje.**

(125) **Clark, H. L.**, The Echinoids and Asteroids from Jamaica. John Hopkins Univ. Circular. Vol. 18, 1898, S. 4—6.

(126) — Notes on the Echinoderms of Bermuda. Ann. New-York Acad. Sc. Vol. 11, 1898, S. 407—413.

(127) —— Further Notes on the Echinoderms of Bermuda. 1 Taf. Ann. New-York Acad. Sc. Vol. 12, 1899, S. 117—138.

(128) **Clark, W. B.**, The Mesozoic Echinodermata of the United States. 50 Taf. Bull. U. St. Geol. Surv. 1893, No. 97. 207 S.

(129) **Collin, J.**, Om Limfjordens tidligere og nuvärende Marine Fauna, med särligt Hensyn til Blöddyrfaunaen. Kjöbenhavn 1894 (168 p.).

(130) **Conrad, F. A.**, Descriptions of new species of Echinidae. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 1865, p. 75.

(131) **Cotteau, G.**, Echinides. Paléontologie française. Vol. 7, 9, 10. Paris 1862—1885.

(132) Description de quelques espèces d'Échinides de Suède. 2 Taf. Biblioth. de l'école des hautes études. Sect. Sc. Nat. T. 2, 1870, art. 6.

(133) **Cuénot, L.**, Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la série animale. Partie 2. Invertébrés. Note préliminaire. Arch. Zool. expér. Ser. 2, T. 7, 1889. Notes p 1—9.

(134) **Cuénot, L.**, Protozoaires commensaux et parasites des Échinodermes (Note préliminaire). 1 Taf. Rev. Biol. Lille. T. 3, 1891, p. 285—300.

(135) —— Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. partie 2: Invertébrés. 1 Taf. Arch. Zool. expér. Ser. 2, T. 9, 1891, p. 613—641.

(136) —— Études morphologiques sur les Échinodermes. 8 Taf. Arch. Biol. T. 11, 1891, p. 303—680.

(137) —— Commensaux et Parasites des Echinodermes (deuxième note). 1 Taf. Rev. Biol. Lille, Année 5, 1892, p. 1—23.

(138) —— Notes sur les Echinodermes. 1. Ovogénèse et Spermatogénèse. 3 Fig. Zool. Anz. Jg. 15, 1892, p. 121—125.

(139) **Danielssen, D. C.**, North-Atlantic Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 8, 1881, p. 66—69.

(140) —— og **J. Koren**, Echinodermer fra den norske Nordhavsexpedition. 5. 4 Taf. Nyt Mag. f. Naturvidenskab. Bd. 27. 1883, p. 267—299.

(141) —— The Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878. Echinida. 1 Taf. (9 S.). Christiania 1892.

(142) **Dawson, J. W.**, The Food of the Common Sea-Urchin. M. Fig. American Natural. Vol. 1, 1868, p. 124—125.

(143) **Dekhuyzen, M. C.**, Ueber die Trombocyten (Blutplättchen). 7 Fig. Anat. Anz. Bd. 19, No. 21, 1901, S. 529—540.

(144) **Delage, Y.**, Embryons sans noyau maternel. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 127, 1898, S. 528—531.

(145) **Delle Chiaje, Stefano**, Memorie sulla Storia e Notomia degli Animali senza Vertebre del Regno di Napoli. Neapel 1823. Bd. 1.

(146) —— Descrizione e notomia degli animali in vertebrati della Sicilia citeriore. 5 Vol. Napoli 1841.

(147) —— Istituzioni di Anatomia e Fisiologia Comparata. Napoli 1832. 8⁰.

(148) **Demoor, Jean**, et **Marcelin Chapeaux**, Contributions à la physiologie nerveuse des Échinodermes. 1 Taf. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. Ser. 2, Deel 3, 1891, p. 108—169.

(149) **Dendy, A.**, Notes on a Remarkable Collection of Marine Animals lately found on the News Brigthon Beach, near Christchurch, New-Zealand. Trans. New-Zealand Inst. Wellington, Vol. 30, 1898, S. 320-326.

(150) **Derbès, Alphons**, Observations sur le mécanisme et les phénomènes qui accompagnent la formation de l'embryon chef l'Oursin comestible. 1 Taf. Ann. Sc. nat. Sér. 3, Zool. T. 8, 1847, p. 80—98.

(151) **Desor, Edouard**, Note sur la classification des Cidarides (fam. de l'ordre des Échinides). 1 Taf. Bull. Soc. Sc. nat. Neuchatel. T. 4, 1856, p. 129—146.

(152) —— Synopsis des Echinides fossiles. 43 Taf u. 490 S. Paris u. Wiesbaden 1855—1858.

(153) **Deshayes, G. P.**, Sur les oursins perforans. Bull. Soc. géol. Françe, Sér. 2, T. 13, 1856, p. 46—50.

(154) **Desmoulins, Charles**, siehe auch **Moulins, Ch. des.**

(155) **Dickie**, Remarks on the distribution and habits of Echinus lividus. Report British Assoc. Adv. Sc. 22. Meet. 1852 (1853), Trans. Sect. p. 72—73.

(156) **Döderlein, L.**, Seeigel von Japan und den Liu-Kiu-Inseln. Arch. f. Naturgesch. Bd. 51, 1885, p. 73-112.

(157) —— Eine recente „Cidaris Buchi". N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol. 2 Fig. Bd. 1, 1886, p. 192-194.

(158) —— Die Japanischen Seeigel. Theil 1. Familie Cidaridae und Saleniidae. 11 Taf. Stuttgart 1887 (59 p.). 4⁰.

(159) —— Echinodermen von Ceylon. Bericht über die von dem H. Sarasin gesammelten Asteroidea, Ophiuroidea und Echinoidea. 3 Taf. Zool. Jahrb., Bd. 3, 1888, p. 821—846.

(160) **Dönitz, W.,** Ueber eine Missbildung des Echinus sphaera. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1866, p. 12—13.

(161) **Doflein, Franz,** Karyokinese des Spermakerns. 3 Taf. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 50, 1897, S. 189—219.

(162) **Driesch, H.,** Entwickelungsmechanische Studien. 1. Der Werth der beiden ersten Furchungszellen in der Echinodermenentwickelung. Experimentelle Erzeugung von Theil- und Doppelbildungen. 2. Ueber die Beziehungen des Lichtes zur ersten Etappe der thierischen Formbildung. 1 Taf. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 53, 1891, p. 160—184.

(163) —— Zur Verlagerung der Blastomeren des Echinideneies. 16 Fig. Anat. Anz. Jg. 8, 1893, S. 348—357.

(164) —— Analytische Theorie der organischen Entwicklung. Leipzig 1894.

(165) —— Entwickelungsmechanische Studien 3—6. 3 Taf. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 55, 1892, p. 1—62.

(166) —— Entwickelungsmechanische Studien. 7. Exogastrula und Anenteria. 8. Ueber Variation der Mikromerenbildung. 9. Ueber die Vertretbarkeit der „Anlagen" von Ectoderm und Entoderm. 10. Ueber einige allgemeine entwickelungsmechanische Ergebnisse. 1 Taf. Mittheil. Zool. Stat. Neapel, Bd. 11, 1893, S. 221—254.

(167) —— Betrachtungen über die Organisation des Eies und ihre Genese. Anh. 1. Die Furchung von Bruchstücken des Seeigeleies. Anh. 2. Ein neuer Beweis für die Gleichwerthigkeit der Echinidenblastomeren. 13 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 4, 1896, S. 75—124.

(168) —— Die taktische Reizbarkeit der Mesenchymzellen von Echinus microtuberculatus. 1 Taf. u. 12 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 3, 1896, S. 362—380.

(169) —— Ueber einige primäre und secundäre Regulationen in der Entwickelung der Echinodermen. 1 Taf. ib. Bd. 4, 1896, S. 247—272.

(170) —— Ueber rein-mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden. 8 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 7, 1898, S. 65—102.

(171) —— Studien über das Regenerationsvermögen der Organismen. 3. Notizen über die Auflösung und Wiederbildung des Skeletts von Echinodermenlarven. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 9, 1899, S. 137—139.

(172) **Düben, M. W. von,** Öfversigt af Norriges Hafs Fauna. K. Vet. Akad. Förhandl. 1844, p. 114.

(173) —— Om de norske Echinider. Förhandl. Skandin. Naturforsk. Möde 4, Christiania (1844) 1847, p. 250—255.

(174) —— og **Koren, J.,** Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer. K. Vet. Akad. Handl. 6 Taf. Stockholm 1844 (1846), p. 229—328, übersetzt in: Isis 1848, p. 151.

(175) —— Skandinaviens Echinodermer. K. Vet. Akad. Förhandl. 1845, p. 73.

(176) **Dufossé,** Observations sur le développement de l'Echinus esculentus. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 24, 1847, p. 15—18.

(177) —— Nouvelle note sur le développement des oursins. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 25, 1847, p. 311—312. — l'Institut, 15, No. 712, 1847, p. 275.

(178) —— Observations sur le développement des oursins. Ann. Sc. nat. Sér. 3, Zool. T. 7, 1847, p. 44—52.

(179) **Dujardin, F.,** et **H. Hupé,** Histoire naturelle des Zoophytes Échinodermes. 10 Taf. 628 S. Paris 1862. 8°.

(180) **Duncan, Peter Martin,** On the Salenidae Wright. Part. 1: Observations on the Morphology of a Recent Salenia. M. Fig. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 20, 1877, p. 70—73. Part. 2: Observations on the Morphology of Recent Saleniae, and Description of a new Species (Salenia profundi). 1 Taf. ib. p. 245—257. Part. 3: On a third Form of Recent Saleniae and on the Saleniae from the tertiary Deposits. ib. Ser. 5. Vol. 2, 1878, p. 59—67.

(181) **Duncan, Peter Martin,** On some points in the morphology of the test of the Temnopleuridae. 1 Taf. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. 16, 1883, p. 343—358.
(182) —— On the genus Pleurechinus L. Agass., its classificatory position and alliances. ib. p. 447—454.
(183) —— On the Anatomy of the Ambulance of the recent Diadematidae. 1 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 19, 1885, p. 95—214.
(184) —— On the Structure of the Ambulacra of some fossil genera and species of regular Echinoidea. M. Fig. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 41, 1885, p. 419—453.
(185) —— On the Perignathic girdle of the Echinoidea. 2 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 19, 1885, p. 179—212.
(186) —— On the „Tag" of Coelopleurus Maillardi Mich. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 16, 1885, p. 88—89.
(187) —— On the classificatory position of Hemiaster elongatus. ib. Vol. 15, p. 72.
(188) —— On the genus Galerites-Echinoconus. Geol. Mag. Ser. 3, Vol. 2, 1885, p. 492—494.
(189) —— Remarks on Dr. Hamann's Researches in the Morphology of the Echinoidea. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 18, 1886, p. 66—69.
(190) —— On some points in the Anatomy of the Temnopleuridae. 1 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 1, 1888, p. 109—131.
(191) —— On some Points in the Anatomy of the Species of Palaeechinus (Scoulen), Mc. Coy, and a proposed Classification. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6. 10 Fig. Vol. 3, 1889, p. 196—206.
(192) —— A Revision of the Genera and great Groups of the Echinoidea. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 23, 1890, p. 1—311.
(193) —— and **Sladen, W. Percy,** A Memoir on the Echinoderms of the Arctic Sea to the West of Greenland. 6 Taf. London 1881 (82 p.). 4°.
(194) —— On the Family Arbacidae Gray. Part. 1. The morphology of the test in the genera Coelopleurus and Arbacia. 2 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 19, 1885, p. 25—57.
(195) —— On the Anatomy of the Perignathic girdle and of other Parts of the test of Discoidea cylindrica Lamarck sp. 8 Fig. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 20, 1886, p. 48—61.
(196) **Duvernoy, G. L.,** Considérations nouvelles sur la détermination du test des Oursins l'Institut, 5, No. 216, 1837, p. 208—209.
(197) —— Mémoire sur l'analogie de composition de l'organisation des Echinodermes. Mém. Acad. Sc. Paris, T. 20, 1849, p. 623.
(198) **Edwards, H. Milne,** Sur les sexes des Oursins. Compt. rend. Acad. Sc Paris, T. 10, 1840, p. 780. — l'Instit. 8, 1840, No. 334, p. 175.
(199) **Eisig, H.,** Biologische Studien, angestellt in der Zool. Station zu Neapel. 4. Ueber die Function der Seeigelstacheln. Kosmos, Bd. 13, 1883, p. 126.
(200) **Eismond, J.,** Ueber einige Fälle von anormaler Entwickelung der Eier von Toxopneustes lividus. 10 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 1, 1895, S. 443—448.
(201) **Erdl, M.,** Ueber den Bau der Organe, welche an der äusseren Oberfläche der Seeigel sichtbar sind. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jg. 8, 1842, Bd. 1, p. 45—60.
(202) **Erlanger, R. von,** Zur Kenntniss der Zell- und Kerntheilung. 2. Ueber die Befruchtung und erste Theilung des Seeigel-Eies. 12 Fig. Biol. Centralbl. Bd. 18. 1898, S. 1—11.
(203) **Etheridge, R.,** On the Relations existing between the Echinothuridae, Wyville Thomson, and the Perischoechinidae, Mc. Coy. 1 Taf. u. 1 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1830, 1874, p. 307—316.

(204) **Farquhar, H.,** Notes on the New-Zealand Echinoderms. 4 Taf. Trans. New-Zealand Inst. Wellington, Vol. 27, 1895, S. 194—208.

(205) ——— A Contribution to the History of New-Zealand Echinoderms. 2 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 26, 1897, S. 186—198.

(206) ——— On the Echinoderm Fauna of New-Zealand. Proc. Linneau Soc. New-Zealand, Vol. 23, 1898, S. 300—327.

(207) **Fewkes, J. Walter,** On the Development of the Pluteus of Abacia. 1 Taf. Mem. Peabody Acad. Sc. Vol. 1, No. 6, 1881 (10 p.).

(208) ——— Preliminary Observations on the Development of Ophiopholis and Echinarachnius. 7 Taf. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. 12, 1886, p. 105—145.

(209) ——— On the Serial Relationship of the Ambulacral and Adambulacral Calcareous Plates of the Starfishes. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 24, 1889, p. 31—33.

(210) ——— Primary Spines of Echinoderms. ib. p. 108—117.

(211) ——— On Excavations made in Rocks by Sea-Urchins. 2 Taf. American Natural. Vol. 24, 1890, p. 1—21.

(212) ——— Sea-Urchin Excavations at Guaymas, Mexico. ib. p. 478—480.

(213) **Fiedler, K.,** Entwickelungsmechanische Studien an Echinodermeneiern. Festschr. Zürich f. Nägeli und Kölliker 1891, p. 191—196.

(214) **Field, G. W.,** On the Morphology and Physiologie of the Echinoderm Spermatozoon. 2 Taf. Journ. Morphol. Boston, Vol. 11, 1895, S. 235—270.

(215) **Fischel, A.,** Ueber vitale Färbung von Echinodermeneiern. 2 Taf. Anat. Hefte. Abth. 1, Bd. 11, 1899, S. 461—505.

(216) **Fischer, Paul,** Note sur les perforations de l'Echinus lividus Lamk. Ann. Sc. nat, Sér. 5, Zool. T. 1, 1864, S. 321—332.

(217) ——— Échinodermes des côtes de la Gironde et sudouest de la France. Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux, T. 27 (Ser. 3, T. 7), 1869, p. 358—376.

(218) **Fleming, John,** On a new British species of Spatangus. Mem. Werner nat. hist. Soc. Vol. 5, 1824, p. 287—288.

(219) ——— History of British Animals. Edinburgh 1828. 8°. (Edit. 2, London 1842.)

(220) **Fleischmann, A.,** Die Entwickelung des Eies von Echinocardium cordatum. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46, 1888, p. 131—141.

(221) **Foettinger, Alexander,** Sur la structure des Pédicellaires gemmiformes de Sphaerechinus granularis et d'autres Échinides. Bull. Acad. Roy de Belgique. Ser. 3, T. 2, No. 12, 1881, p. 493—504.

(222) ——— Sur la structure des Pedicellariae globiferae de Sphaerechinus granularis et d'autres Echinides. Communicat. prélim. Zool. Anz. No. 95, 1881, p. 548—552,

(223) ——— Sur la structure des Pédicellaires Gemmiformes de Sphaerechinus granularis. Arch. de Biol. T. 2, 1881, p. 455.

(224) **Fol, H.,** Le quadrille des centres. Un épisode nouveau dans l'histoire de la fécondation (extrait). 11 Fig. Arch. Sc. Phys. Nat. Genève, Ser. 3, T. 25, p. 393—420.

(225) **Forbes, Edward,** A history of British Starfishes and other animals of the class Echinodermata. London 1841.

(226) ——— On the Echinidae of the eastern Mediterranean. Proc. Linn. Soc. Vol. 1, No. 20, 1844. p. 184—186.

(227) ——— On the european species of Echinus, and the peculiarities of their distibution. Report British Assoc. Adv. Sc. 20. Meet. 1850. Trans. Sect. p. 123—124.

(228) **Fraas, E.,** Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken, mit Untersuchungen über die Structur der Echinodermen und das Kalkgerüste der Asterien. 2 Taf. Palaeontographica, Bd. 32, 1886, p. 227—261.

(229) **Frédéricq, L.,** Contributions à l'anatomie et à l'histologie des Échinides. Compt. rend. T. 83, 1876, p. 860—862.

(230) ——— Contributions à l'étude des Échinides. 1. Système nerveux. 1 Taf. Arch. Zool. exp. et gén. T. 5, 1876, p. 429—440.

(231) **Frédéricq, L.,** On the nervous System and . . Muscles of the Echinidae. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 19, 1877, p. 195—197.

(232) —— Physiological Experiments on the Functions of the Nervous System in the Echinida. ib. Ser. 4, Vol. 19, 1877, p. 197—198.

(233) **Frenzel, Johannes,** Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. 1. Mittheil. Der Darmcanal der Echinodermen. 2 Taf. Arch. Anat. Physiol. Physiol. Abth. 1892, p. 81—114.

(234) **Garstang, Walter,** Preliminary Note on a new Theory of the Phylogeny of the Chordata. Zool. Anz. Jg. 17, 1894, S. 122—125.

(235) **Gandolphe.** Quelles sont les jambes des oursins? Mém. Acad. Sc Paris, 1709. Hist. p. 33.

(236) **Garman, H.,** and **Colton, B. P.,** Some notes on the development of Arbacia punctulata. 2 Taf. Studies Biol. Labor. Johns Hopkins Univ. Vol. 2, 1882, p. 247—256.

(237) **Gauthier, V.,** Recherches sur l'appareil apical dans quelques espèces d'Échinides appartenant au genre „Hemiaster". Compt. Rend. Sess. Ass. Français. Avanc. Sc. Partie 2, 1887, p. 406—413.

(238) —— Sur les Échinides qui vivent aux environs de Marseille. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 79, 1874, p. 401—404.

(239) **Geddes, Patrick,** Observations sur le fluide périviscéral des oursins. 2 Taf. Arch. de Zool. expér. et géner. T. 8, 1880, p. 483—496.

(240) —— and **Beddard, Frank E.,** On the Histology of the Pedicellaridae and the Muscles of Echinus sphaera Forbes. 3 Taf. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 30, Part. 1, For the Season 1880—1881, 1882, p. 383—398.

(241) **Giard, M. A.,** On the first phenomena of the development of Echinus miliaris. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 19, 1877, p. 434—436.

(242) —— Note sur les premiers phénomènes du développement de l'Oursin. Compt. Rend. T. 84, 1877, p. 720—722.

(243) **Giard, Alfred,** Sur une function nouvelle des glandes génitales des oursins. 2 Taf. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 85, 1877, p. 858—859.

(244) **Giebel, C. G.,** Ueber Echinothrix Desori, Seeigel von der Insel Mauritius. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 50 (F. 3, Bd. 2), 1877, p. 319—320.

(245) —— Ueber drei Arten der Cidaridengattung Phyllacanthus. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 51 (F. 3, Bd. 3), 1878, p. 863—864.

(246) **Giesbrecht, W.,** Der feinere Bau der Seeigelzähne. 4 Taf. Morphol. Jahrb. Bd. 6, 1880, p. 79—105.

(247) **Gräffe, Ed.,** Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten. 1. Die Echinodermen. Arb. Zool. Inst. Univ. Wien, Bd. 3, 1881, p. 333—344.

(248) **Graf, Arnold,** Eine rückgängig gemachte Furchung. Zool. Anz. Jg. 17, 1894, S. 424—428.

(249) **Granger, A.,** Histoire naturelle de la France: Coelentérées, Échinodermes, Protozoaires. 187 Fig. Paris 1896. (375 S.) 8⁰.

(250) **Gray, J. Edward,** An attempt to divide the Echinida or Sea-eggs into natural families. Ann. Philos. N. Ser. Vol. 10, 1825, p. 423—431.

(251) —— An arrangement of the families of Echinida, with descriptions of some new genera and species. Proc. Zool. Soc. London, 23, 1855, p. 35—39.

(252) —— On the genera distinguishable in Echinus Lam. Proc. Zool. Soc. London, Vol. 3, 1835, p. 57—59.

(253) —— List of the specimens of british animals in the collection of the British Museum. Part. 1. Centroniae or radiated animals. London 1848. 8⁰.

(254) —— Descriptions of some new genera and species of Spatangidae of the British Museum. Ann. of nat. hist. Sér. 2, Vol. 7. 1851, p. 130—134.

(255) **Gray, J. Edward,** Catalogue of the recent Echinida or Sea-Eggs in the Collection of the British Museum. 6 Taf. London 1855. 69 S.

(256) —— Note an a new Species of Spatangus (S. variegatus). 1 Fig. Proc. Zool. Soc. London 1866, p. 170—171.

(257) —— On Leskia mirabilis. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 1, 1868, p. 153—154.

(258) **Greeff, Richard,** Ueber den Bau der Echinodermen. 3. Mittheil. Sitzungsber. Ges. z. Beförderung Geb. Naturw. Marburg. No. 11, Nov., Dec. 1872.

(259) —— Echinodermen, beobachtet auf einer Reise nach der Guinea-Insel São Thomé. Zool. Anz., Jg. 5, 1882, p. 114—120; p. 135—139; p. 156—159.

(260) **Greenough, H. S.,** Observations sur le larves d'Oursin. Bull. Soc. Zool. France, Année 16, 1891, p. 239.

(261) **Gregory, J. W.,** Cystechinus crassus, a new species from the Radiolarian Marls of Barbados, and the Evidence it affords as to the Age and Origin of those Deposits. 3 Fig. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 45, 1889, p. 640—650.

(262) —— The Relations of the American and European Echinoid Faunas. Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 3, 1891, p. 101—108.

(263) —— Archaeopneustes abruptus, a new genus and species of Echinoid from the Oceanic Series of Barbados. M. Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 48, 1892, p. 163—169.

(264) —— On the affinities of the Echinothuridae. 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 53, S. 112—122.

(265) **Grieg, James A.,** Undersögelser over Dyrelivet i de vestlandske Fjorde. 2. Echinodermer, Annelider etc. M. Taf. Bergens Mus. Aarsberetning f. 1888. Bergen 1889, No. 2 (11 p.).

(266) —— Om Bukkenfjordens echinodermer og mollusker. Stavanger Mus. Aarsber. f. 1896, 1897, S. 34—46.

(267) —— Om Echinoderm faunaen i de vestlandske fjorde. 2 Fig. Bergens Mus. Aarboy f. 1894/95, No. 12, 1896 (13 S.).

(268) —— Skrabninger i Vaagsfjorden og Ulvesund, ytre Nordfjord. Bergens Mus. Aarboy f. 1897, 1898, No. 16 (27 S.).

(269) **Griffiths, A. B.,** Further Researches on the Physiology of the Invertebrata. Proc. Roy. Soc. London, Vol. 44, 1888, p. 325—328.

(270) —— Sur l'echinochrome: un pigment respiratoire. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 115, 1892, p. 419—420.

(271) **Groom, T. T.,** On some New Features in Pelanechinus corallinus. 1 Taf. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 43, 1887, p. 703—714.

(272) **Grube, Ad. Ed.,** Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres. 1 Taf. Königsberg 1840. 4⁰.

(273) —— Beschreibungen neuer oder wenig bekannter Seesterne und Seeigel. 3 Taf. Acta acad. Caes. Leop.-Carol. nat. curios. 1857 (52 S.). 4⁰.

(274) —— Diagnosen einiger neuen Echinodermen. Wiegmann's Arch. f. Naturg. Jg. 23. Bd. 1, 1857, p. 340—344.

(275) —— Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin 1861. 8⁰.

(276) —— Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. 1 Taf. u. 1 Karte. Breslau 1864. 8⁰.

(277) —— Ueber diejenigen Gattungen der regelmässigen Seeigel, welche an den Grenzen der Täfelchen, sowohl auf den Ambulacral- als Interambulacralfeldern, Eindrücke zeigen. 43. Jahresber. d. Schlesischen Ges. f. vaterländ. Cultur (1865), 1866, p. 62—63.

(278) —— Einige Bemerkungen über die Gattung Diadema. 43. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur (1865) 1866, p. 63.

(279) —— Ueber Asthenosoma varium n. sp. und einige andere Seeigel des Breslauer zoologischen Museums. 45. Jahresber. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur (1867) 1868, p. 42—44.

(280) **Grube, Ad. Ed.**, Ueber einen lebendig gebärenden Seeigel. Berliner Monatsber. Akad. Wiss. 1868 (1869), p. 178—180.

(281) —— Ueber einen viviparen Seeigel, Anochanus chinensis n. sp., 46. Jahresber. Schlesischer Ges. f. Vaterländ. Cultur (1868) 1869, p. 69—70.

(282) **Gualtieri**, Indice testarum conchyliorum, quae adseruantur in museo Nicolai Gualtieri et methodice distributae exhibentur tabulis 110. Florentiae 1742. Fol.

(283) **Gurlt, E.**, Ueber Platybrissus Roemeri, einen noch unbeschriebenen Seeigel der Jetztwelt. 43. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur (1865) 1866, p. 61—62.

(284) **Haacke, W.**, Zur Morphologie der Seeigelschale. Zool. Anz. Jg. 8, 1885, p. 490—493.

(285) —— Ueber die ursprünglichen Grundzahlen der Medusen und Echinodermen. ib. p. 505—507.

(286) —— Die Radiarthiernatur der Seeigel. Biol. Centralbl. Bd. 7, 1887, p. 289—294.

(287) **Haime, Jul.**, Observations sur la Milnia, nouveau genre de l'ordre des Echinides. Soc. Philom. Extr. Proc. verb. 1849, p. 75—76.

(288) **Hamann, Otto**, Vorläufige Mittheilungen zur Morphologie der Echiniden. 1. Die Globiferen. 2. Quergestreifte Muskulatur. 3. Die Drüsen an den Stacheln von Dorocidaris. 4. Die Nervenendigungen in den Podicellarien, ihre Sinnesorgane und Drüsen. 1 Fig. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 20, N. F. Bd. 13. Supplement (Sitzungsberichte 1886) Heft 1, 1886, S. 67—73. 5. Mesenchymatöse und epitheliale Muskelfasern. 6. Die Intergenitalplatten mit den Fühlern und den vermeintlichen Augen. 7. Das periphere Nervensystem. 8. Die analen Schizocölräume mit ihren Blutlakunen. 1 Fig. ib. Supplement (Sitzungsberichte 1886) Heft 2, S. 135—138.

(289) —— Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46, 1887, p. 80—98.

(290) —— Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft. 3. Anatomie und Histologie der Echiniden und Spatangen. 13 Taf. Jena 1887. 8° — und Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 21, 1887, p. 87—266.

(291) **Hammar, J. Aug.**, Ueber einen primären Zusammenhang zwischen den Furchungszellen des Seeigeleies. 1 Taf. Arch. mikrosk. Anat. Bd. 47, 1896, S. 14—23.

(292) **Hartog, M. M.**, The true Nature of the „Madreporic System" of Echinodermata, with Remarks on Nephridia. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 20, 1887, p. 321—326.

(293) **Hatschek, B.**, Ueber Entwicklungsgeschichte von Teredo. 3 Taf. Arb. zool. Inst. Wien, Bd. 3, p. 1—44.

(294) **Hedley, Charles**, Summary of the Fauna of Funafuti. Australian Mus. Sydney. Mem. 3, 1899, S. 511—535.

(295) **Herapath**, On the Pedicellariae of the Echinodermata. Journ. Microsc. Sc. 1865, Bd. 2, p. 176.

(296) **Herbst, C.**, Ueber die künstliche Hervorrufung von Dottermembranen an unbefruchteten Seeigeleiern nebst einigen Bemerkungen über die Dotterhautbildung überhaupt. Biol. Centralbl. Bd. 13, 1893, S. 14—22.

(297) —— Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Thiere. Th. 1, Versuche an Seeigeleiern. 2 Taf. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 55, 1893, p. 446—518.

(298) —— Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Thiere. 2. Theil. Weiteres über die morphologische Wirkung der Lithiumsalze und ihre theoretische Bedeutung. 2 Taf. u. 5 Fig. Mittheil. Zool. Stat. Neapel, Bd. 11, 1895, S. 136—220.

(299) **Herbst, C.,** Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwickelung der Thiere. 4 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 2, 1896, S. 455—516.

(300) — Ueber die zur Entwickelung der Seeigellarven nothwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. Theil 1. Die zur Entwickelung nothwendigen anorganischen Stoffe. 3 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 5, 1897, S. 649—793.

(301) —— Ueber zwei Fehlerquellen beim Nachweis der Unentbehrlichkeit von Phosphor und Eisen für die Entwickelung der Seeigellarven. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 7, 1898, S. 486—510.

(302) **Herdman, W. A.,** Report upon the Crinoidoa, Asteroidea, Echinoidea and Holothurioidea of the L. M. B. C. District. Liverpool Marine Biol. Comittee Rep., No. 1, 1886. Proc. Lit. Phil. Soc. Liverpool Vol. 40. Appendix, p. 131—139.

(303) —— The marine Zoology, Botany and Geology of the Irish Sea. Rep. 66. Meet. British Assoc. Adv. Sc. 1897, S. 417—450.

(304) —— Twelfth Annual Report of the Liverpool Marine Biological Committee and the Biological Station at Port Erin. Proc. Trans. Liperpool Biol. Soc. Vol. 13, 1899.

(305) **Hertwig, Oscar,** Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. 12 Taf. Bd. 1, 1876, p. 347—434; Bd. 3, 1877, p. 1—86, 271—279; Bd. 4, 1878, p. 156—175; p. 177—213.

(306) **Hertwig, R.,** Ueber die Entwickelung des unbefruchteten Seeigeleies. Ein Beitrag zur Lehre von der Kerntheilung und der geschlechtlichen Differenzirung. 3 Taf. Festschr. f. Gegenbaur. Leipzig 1896, Bd. 2, S. 21—86.

(307) **Hesse,** Note sur les motifs qui determinent les oursins à se creuser dans les rochers des réduits dans lesquels ils se logent. Ann. Sc. nat. Sér. 5, Zool. T. 7, 1867, p. 257—263.

(308) **Hill, M. D.,** Notes on the Fecundation of the Egg of Sphaerechinus granularis, and on the Maturation and Fertilization of the Egg of Phallusia mammillata. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 38, 1895, S. 315—330.

(309) **Hire, de la,** Observation sur la chataigne de mer, Echinus marinus. Mém. Acad. Sc. Paris, T. 1, 1733, Hist. (1685), p. 426.

(310) **Hoffmann, C. K.,** Zur Anatomie der Echinen und Spatangen, Diss. philos. Göttingen 1871. 10 Taf. (104 S.) 8°. — Niederländ. Arch. f. Zool. Bd. 1, H. 1, 1871, p. 11—112.

(311) —— Ueber den Bau des Blutgefässsystems der Echiniden. 1 Taf. ib. Bd. 1, H. 2, 1872, p. 184—186.

(312) —— Die Echinodermen, gesammelt während der Fahrten des „Willem Barents", in den Jahren 1878 und 1879. 1 Taf. Niederländ. Arch. Zool. Supplementbd. 1, 1882 (20 S.).

(313) **Home, Ever.,** The digestive organs of the Echinus. Home, Lect. on compar. Anat. Vol. 2, 1814, Taf. 76.

(314) **Hoyle, W. E.,** On the Deep-water Fauna of the Clyde Sea-area. Journ. Linn. Soc. Vol. 20, 1889, p. 442—472.

(315) —— A Revised List of British Echinoidea. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh, Vol. 10, 1891, p. 398—436.

(316) **Hurst, H. A.,** On the Structure of the spines of Echini. Proc. Lit. and Philos. Soc. Manchester, Vol. 6 (1866—67), 1867, p. 27—30.

(317) **Hutton, F. W.,** Catalogue of the Echinodermata of New-Zealand. Wellington, New-Zealand. 1872. 8°.

(318) —— Corrections and Additions of the Catalogue of New-Zealand Echinodermata (1872). Trans. and Proc. New-Zealand Insitute. Vol. 9 (1876), 1877, p. 362.

(319) **Hutton, F. W.,** Notes on some New-Zealand Echinodermata, with Descriptions of new Species. ib. 1878, Vol. 11 (ersch. 1879), Wellington, Art. 31, p. 303—308.

(320) —— Notes on a Collection from the Aucklands Islands and Campbell Island. ib. Art. 38, p. 337—343.

(321) **Jackson, Rob. Tracy** and **Jaggar, Th. A.,** Studies of Melonites multiporus. Bull. Geol. Soc. America Rochester. Vol. 7, 1896, S. 135—170.

(322) —— Studies of Palaeoechinoidea. 8 Taf. u. 5 Fig. Bull. Geol. Soc. America Rochester, Vol. 7, 1896, S. 171—254.

(323) **Jaekel, Otto,** Ueber die älteste Echinidengattung Bothriocidaris. 2 Fig. Sitzungs-Ber. Ges. Naturf. Freunde Berlin f. 1894, S. 243—255.

(324) **Janet, Ch.,** Note sur un Echinocorys carinatus présentant neuf pores génitaux. 2 Fig. Bull. Soc. Géol. France, Ser. 3, T. 18, 1890, p. 158—160.

(325) —— et **Cuénot, L.,** Note sur les orifices génitaux multiples, sur l'extension des pores madréporiques hors du madréporite et sur la terminologie de l'appareil apical chez les Oursins. 11 Fig. Bull. Soc. Géol. France, Ser. 3, T. 19, 1891, p. 295—304.

(326) **Jeffreys, J. Gryn,** Spatangus meridionalis Risso. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 5, 1870, p. 146.

(327) **John, Geo.,** Ueber bohrende Seeigel. 1 Taf. Diss. phil. Leipzig 1888 (46 p.).

(328) —— Ueber bohrende Seeigel. 1 Taf. Arch. Naturgesch. Jg. 55, 1889, p. 268—302.

(329) **Ives, J. E.,** Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Vera-Cruz. 1 Taf. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia f. 1890, p. 317—340.

(330) —— Echinoderms and Arthropods from Japan. 6 Taf. ib. f. 1891, p. 210—223.

(331) —— Echinoderms from the Bahama Islands. 1 Taf. ib. p. 337—341.

(332) —— Echinoderms and Crustaceans collected by the West Greenland Expedition of 1891. ib. p. 479—481.

(333) **Iwanzoff, N.,** Ueber die physiologische Bedeutung des Processes der Eireifung. 1 Taf. Bull. Soc. Natural. Moscou, Sér. 2, T. 11, 1898, S. 355—367.

(334) **Kämmerer, Christoph Ludwig,** Beschreibung eines Seeigels mit zepterförmigen Stacheln. 1 Taf. Leipziger Magaz. 1782, p. 16—24.

(335) **Keller, Konrad,** Die Fauna im Suez-Canal und die Diffusion der mediterranen und erythräischen Thierwelt. 1 Taf. u. 1 Karte. N. Denkschr. d. Schweizer Ges. f. Naturw. Bd. 28, Abth. 3, 1882.

(336) **Kelly, Agnes,** Beiträge zur mineralogischen Kenntniss der Kalkausscheidungen im Thierreich. 1 Taf. u. 2 Fig. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 35, N. F. Bd. 28, H. 4, 1901, S. 429—492.

(337) **Kerbert, C.,** Echinodermen van de Osterschelde. Tijdschr. Nederland. Dierk. Ver. Suppl. 1, 1884, p. 558—569.

(338) **Kinahan, J. R.,** On the distribution of the Irish Echinodermata. Nat. Hist. Review. Vol. 6, 1859, Proc. Soc. p. 368—371.

(339) **Klein, Jacob Theodor,** Conspectus dispositionis Echinorum marinorum musei Kleiniani. Gedani 1731. 4⁰.

(340) —— **Jacobus Theodorus,** Naturalis dispositio Echinodermatum. Accessit lucubratiuncula de aculeis Echinorum Marinorum, cum spicilegio de Belemnitis. 26 Taf. Gedani 1734. (218 S.) 4⁰.

(341) —— **Jacques Théodore,** Ordre naturel des Oursins de mer et fossiles, avec des observations sur les piquans des Oursins de mer, et quelques remarques sur les Bélemnites. 28 Taf. Augmentées de six Planches d'Oursins, qui sont dans le cabinet de Mr. de Réaumur. Ouvr. traduit du Latin (p. Fr. Al. Aubert de Lachesnaye des Bois), avec le texte de l'auteur. (Avec le portrait de Klein.) Paris 1754. Gr. 8⁰. (234 S.)

(342) **Koehler, R.**, Recherches sur le système circulatoire du Spatangus purpureus. Compt. Rend. Acad. Paris, T. 93, 1881, S. 651—653.

(343) —— Recherches anatomiques sur le Spatangus purpureus. Compt. Rend. Acad. Sc. T. 94, 1882, p. 139—141.

(344) —— Sur quelques essais d'hybridation entre diverses espèces d'Echinoidées. ib. p. 1203—1205.

(345) —— Recherches sur l'anatomie de quelques Echinides. ib. p. 1260—1262.

(346) —— Recherches sur l'appareil circulatoire réguliers. ib. T. 95, 1882, p. 459—461.

(347) —— Recherches sur les Échinides des côtes de Provence. 7 Taf. Ann. Mus. Hist. Nat Marseille, T. 1, Mém. No. 3, 1883 (167 p.).

(348) —— Notes echinologiques. 1 Taf. Rev. Biol. Lille, Année 7, 1895, S. 317—342.

(349) —— Catalogue raisonné des Echinodermes recueillis par M. Korotnev aux Iles de la Sonde. 1 Taf. Mém. Soc. Zool. France, T. 8, 1895, S. 374—423.

(350) —— Echinodermes recueilles à La Ciotat pendant l'été 1894. Mém. Soc. Zool. France, T. 7, 1895, S. 405—426.

(351) —— Draguages profonds exécutés à bord du „Caudan" dans le golfe de Gascogne (Août-Septembre 1895). Rapp. prélim. sur les Echinoderms. 16 Fig. Rev. Biol. Lille, Année 7, 1896, S. 439—496.

(352) —— Echinodermes in: Koehler, Résultats Sc. Campagne „Caudan". 4 Taf. Lyon 1896, S. 33—127. Ann. Université Lyon.

(353) —— Note préliminaire sur les Échinides recueillis pendant les campagnes de l'Hirondelle. Bull. Soc. Zool. France. Vol. 20, 1896, S. 223—227.

(354) —— Note préliminaire sur les Échinides des premières campagnes de la Princesse Alice. ib. Vol. 20, 1896, S. 227—233.

(355) —— Sperosoma grimaldii Koehler, nouveau genre d'Echinothurides. 1 Fig. Zool. Anz. Bd. 20, 1897, S. 302—307.

(356) —— Echinides et Ophiures provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle (Golf de Gascogne, Açores, Terre Neuve). 10 Taf. Res. Camp. Sc. Monaco, Fasc. 12, 1898. (78 S.)

(357) —— Sur la présence, en Méditerranée, d l'Asterias rubens Linné de l'Echinocardium pennatifidum Norman. Zool. Anz. Bd. 21, 1898, S. 471—474.

(358) **Korschelt, E.**, Zur Bildung des mittleren Keimblatts bei den Echinodermen. 1 Taf. u. 6 Fig. Zool. Jahrb. Abth. Morphol. Bd. 3, 1889, p. 653—676.

(359) **Kostanecki, K.**, Untersuchungen an befruchteten Echinodermeneiern. Anz. Akad. Krakau, 1895, S. 212—224.

(360) —— Ueber die Gestalt der Centrosomen im befruchteten Seeigelei. 2 Taf. Anat. Hefte. Abtheil. 1, Bd. 7, 1896, S. 215—238.

(361) **Kowalevsky, A.**, Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane (Schluss). Biol. Centralbl. Bd. 9, 1889, p. 65—80.

(362) **Krohn, A.**, Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen. M. Fig. Müller's Arch. f. Anat. 1841, p. 1—13. Franz. Ann. Sc. nat. Sér. 2, Zool. T. 10, 1841, S. 287—297.

(363) —— Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Seeigellarven. 2 Taf. Heidelberg 1849. 4°.

(364) —— Beobachtungen aus der Entwickelungsgeschichte der Holothurien und Seeigel. M. Fig. Müller's Arch. f. Anat. 1851, p. 344—352.

(365) —— Beobachtungen über Echinodermenlarven. ib. 1854, p. 208—213.

(366) —— Ueber die Larve von Spatangus purpureus. 1 Taf. Müller's Arch. f. Anat. 1853, p. 255—259.

(367) —— Ueber die Larve des Echinus brevispinosus. 1 Taf. Müller's Arch. f. Anat. 1853, p. 361—364.

(368) **Kükenthal, W.**, Parasitische Schnecken. 3 Taf. Abhandl. Senckenberg. Ges. Frankfurt. Bd. 24, 1897, S. 1—14.

(369) **Lambert, M. J.,** Études morphologiques sur le plastron des Spatangides. Bull. Soc. Sc. Histor. et Nat. Yonne 1893, S. 55—98.

(370) —— Note sur quelques Echinides l'ocènes de l'Aude. 1 Taf. Bull. Soc. Géol. France, Sér. 2, Vol. 25, 1897, S. 483—517.

(371) **Lautenbach, R.,** Ueber das Verhalten des Centrosoma bei der Befruchtung. Diss. phil. Würzburg 1894 (28 S.). 8°.

(372) **Lea, Isaac,** (Remarks on perforation of rocks by Echini). Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1860 (1861), p. 149.

(373) **Léger, Louis,** L'évolution du Lithocystis Schneideri, parasite de l'Echinocardium cordatum. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 123, 1896, S. 702—705.

(374) **Leipoldt, Fr.,** Das angebliche Excretionsorgan der Seeigel, untersucht an Sphaerechinus granularis und Dorocidaris papillata. 2 Taf. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 55, 1893, S. 585—625.

(375) **Leske, Nathanaelis Godofredi,** Additamenta ad Jacobi Theodori Klein naturalem dispositionem Echinodermatum et lucubratiunculam de aculeis Echinorum marinorum. 18 Taf. Lipsiae 1778 (218 S.). 4°.

(376) **Lesueur, C. A.,** Mémoire sur quelques nouvelles espèces d'animaux Mollusques et Radiaires de la Méditerranée. M. Fig. Nouv. Bull. Sc. Soc. Philom. T. 3, 1813, p. 281—285.

(377) **Leydolt,** Ueber die Structur und Zusammensetzung der Krystalle des prismatischen Kalkhaloids nebst Anhang über die Structur der kalkigen Theile einiger wirbellosen Thiere. Sitzungsber. Wiener Akad. Bd. 19, 1856.

(378) **List, Th.,** Ueber die Entwickelung von Proteinkrystalloiden in den Kernen der Wanderzellen bei Echiniden. 4 Fig. Anat. Anz., Bd. 14, 1897, S. 185—191.

(379) **Loeb, J.,** Ueber die Grenzen der Theilbarkeit der Eisubstanz. 22 Fig. Arch. f. Physiol. (Pflüger). Bd. 55, 1894, S. 379—394.

(380) —— Ueber eine einfache Methode, zwei oder mehr zusammengewachsene Embryonen aus einem Ei hervorzubringen. 4 Fig. Arch. f. Physiol. (Pflüger), Bd. 55, 1894, S. 525—530.

(381) —— On the limits of Divisibility of Living Matter. Biol. Select. W. H. summersess. 1894. Boston 1895, Vol. 3, S. 55—65.

(382) —— Beiträge zur Entwickelungsmechanik der aus einem Ei entstehenden Doppelbildungen. 2 Taf. u. 20 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 1, 1895, S. 453—472.

(383) —— Experiments on cleavage, Journ. of Morphol. Vol. 7, 1892, S. 253—262.

(384) —— Ueber den Einfluss von Alkalien und Säuren auf die embryonale Entwickelung und das Wachsthum. 1 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 7, 1898, S. 631—641.

(385) —— Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie mit besonderer Berücksichtigung der wirbellosen Thiere. 39 Fig. Leipzig 1899 (207 S.).

(386) —— On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvae (Plutei) from the unfertilized eggs of the Sea Urchin. American Journ. Physiol. Vol. 3, 1899, S. 135—138.

(387) —— On the Artificial Production of Normal Larvae from the Unfertilized Eggs of the Sea Urchin (Arbacia). M. Fig. American Journ. Physiol. Vol. 3, No. 9, S. 434—471.

(388) **Lönnberg, E.,** Undersökninger rörande Öresunds djurlif. 1 Karte. Meddel. Kongl. Landtbruksstyrelsen Upsala, 1898, S. 1—77.

(389) **Loriol, P. de,** Description de trois espèces d'Échinides appartenant à la famille des Cidaridées. 3 Taf. Mem. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel. T. 4, Part 2, 1874, p. 21—36.

(390) —— Echinologie helvétique. 1. 2. 3. Genève, 1868—1875.

(391) **Loriol, P. de,** Note sur les Échinides récueillis dans les expéditions du „Challenger" et du „Blake". Assoc. franç. pour l'avancement d. sc. Compt. Rend. de la 8. Sess. 1879 (1880), p. 650—654.

(392) —— Catalogue raisonné des Échinodermes recueillis par M. V. de Robillard à l'île Maurice. 6 Taf. Mém. Soc. Phys. Nat. Genève, T. 28, No. 8, 1883 (64 p.).

(393) —— Echinodermes de la Baie d'Amboine. Voyage de MM. M. Bedot et C. Pictet dans l'Archipel malais. 3 Taf. Rev. Suisse Zool. T. 1, 1893, S. 359—426.

(394) —— Etudes sur quelques Échinodermes de Cirin. 1 Taf. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, T. 6, 1895 (7 S.).

(395) —— Supplément aux Échinodermes de la Baie d'Amboine. 2 Taf. Rev. Suisse, T. 3, 1895, S. 365—366.

(396) **Lory, Ch.,** Note sur des oursins perferant le granite sur les côtes de Bretagne, Bull. Soc. géol. France, Sér. 2, T. 13, 1856, p. 43—46.

(397) **Lovén, Sven,** Om Leskia mirabilis Gray. Öfv. K. Vet. Akad. Förhandl. Årg. 24, 1867 (1868), p. 431—440.

(398) —— (Om Spatangus Raschi Lov) in: Förh. Skandinav. naturforsk. 10 Møde. Christiania 1868 (1869), p. 55—56.

(399) —— En ny art af släget Spatangus från Nordsjön. 1 Taf. Öfv. K. Vetensch. Akad. Förh. Årg. 26, 1869 (1870), p. 733—735.

(400) —— Om Echinoideernas byggnad. 1 Taf. Öfv. K. Veten. Akad. Förh. 28 årg. 1871 (1872), p. 1065—1111.

(401) —— Études sur les Échinoidées. 53 Taf. K. Svenska Vet. Akad. Handl. N. F. Bd. 11 (1872), 1873—75 (91 p.).

(402) —— Ueber den Bau der Echinoideen. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jg. 39, Bd. 1, 1873, p. 16—70.

(403) —— On the structure of the Echinoidea. 1 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 10, 1872, p, 285—298; p. 376—385; p. 427—444.

(404) —— On Pourtalesia, a Genus of Echinoidea 21 Taf. Svenska Akad. Handl. Bd. 19, No. 7, 1884 (95 p.).

(405) —— Echinologica. Bih. Svenska. 12 Taf. Vet. Akad. Handl. Bd. 18, Afd. 4, No. 1 (74 p.).

(406) —— On the species of Echinoidea described by Linnaeus in his work Museum Ludovicae Ulricae. 9 Taf. Bih. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 13, Afd. 4, No. 5, 1888 (185 p.).

(407) —— On a Recent Form of the Echinoconidae. 2 Taf. u. 3 Fig. Bih. Svenska Akad. Handl. Bd. 13, Afd. 4, No. 10, 1889.

(408) **Ludwig, Hubert,** Ueber bewegliche Schalenplatten bei Echinideen. 1 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29, 1877, p. 77—86.

(409) —— Ueber den Nebendarm der Echinoideen. Nachrichten Ges.Wiss. Göttingen 1877, p. 688—692.

(410) —— Notiz über die von Dr. F. C. Noll beschriebenen eigenthümlichen Organe der Seeigel. Zool. Anz. Jg. 2, 1879, p. 455—456.

(411) —— Die Echinodermen des Mittelmeeres (Prodromus). Mitth. d. Zool. Station in Neapel. Bd. 1, 1879, p. 523—580.

(412) —— Echinodermen des rothen Meeres, in: Kossmann, Robby, Zoolog. Ergebn. einer Reise in die Küstengebiete des rothen Meeres. Hälfte 2, Lief. 1, Leipzig 1880, 12 Taf. 5. Echinodermata bearb. von Ludwig.

(413) —— Ueber den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. 2 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 34, 1880, p. 310—332.

(414) —— Ueber Asthenosoma varium Grube und über ein neues Organ bei den Cidariden. 2 Taf. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 34, 1880, p. 70—86.

(415) **Ludwig, Hubert,** Berichtigung (Blindsäcke am Kauapparat der Cidariden betreffend. Priorität der Stewart'schen Mittheilung). Zool. Anz. Jahrg. 3, 1880, p. 162.

(416) —— Verzeichniss der von Prof. Dr. E. von Beneden an der Küste von Brasilien gesammelten Echinodermen. Mém. cour. et des sav. étr. p. p. l'Acad. Roy. de Belgique. T. 44, 1882 (26 S.).

(417) —— Ueber die Function der Madreporenplatte und des Steincanals der Echinodermen. Zool. Anz. Jg. 13, 1890, p. 377—379.

(418) —— Welche Organe sind bei den Seeigeln als Poli'sche Blasen zu bezeichnen? Zool. Anz., Bd. 19, 1896, p. 517—523.

(419) —— Echinodermen des Sansibargebietes. Abhandl. Senckenberg. Ges. Frankfurt, Bd. 21, 1899, S. 535-563.

(420) **Lütken, Christian,** Bidrag til Kundskab om Echiniderne. 2 Taf. Videnskab. Meddel. fra d. naturhist. Foren. Kjobenhavn (Aaret 1863), 1864, p. 60—207.

(421) —— To Tillaegsbemaerkninger til mine Bidrag til Kundskab om Echiniderne, ib. p. 368—371.

(422) **Mac Bride, E. W.,** Note on the continuity of Mesenchym cells in Echinid larvae. Proc. Phil. Soc. Cambridge. Vol. 9, 1896, S. 153—154.

(423) —— The Development of Echinoids. Part 1. The Larvae of Echinus miliaris and Echinus esculentus. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 42, 1899. S. 335—339.

(424) **Mackintosh, H. W.,** Researches on the structure of the Spines of the Diadematidae (Peters). 3 Taf. Trans. R. Irish Acad. Vol. 25, No. 16, 1875, p. 519—558.

(425) —— On a maliformed corona of Echinus esculentus. M. Fig. Proc. R. Irish Acad. Ser. 2, Vol. 2, Science, 1875—77, p. 206—208.

(426) —— On the Results of Injuries to the Spines of Echini. 1 Taf. Journ. R. Dublin Soc. Vol. 7, 1878, p. 246—249.

(427) —— Report on the Acanthology of the Desmosticha. P. 1. On the acanthological relations of the Desmosticha. 3 Taf. Trans. R. Irish Acad. Vol. 26 (Pt. 17), 1879, p. 475—490.

(428) —— Report on the Acanthology of the Demosticha. Part 2. 4 Taf. Trans. Acad. Dublin, Vol. 28, 1883, p. 241—258.

(429) —— Further observations on the Acanthology of the Diadematidae. 2 Taf. ib. p. 259—266.

(430) **Mac Munn, C. A.,** Studies in Animal Chromatology. 1 Taf. Proc. Birmingham Phil. Soc. Vol. 3, 1883, p. 351—407.

(431) —— On the chromatology of the Blood of some Invertebrates. 2 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc. Ser. 2, Vol. 25, 1885, p. 469—490.

(432) **Marchisio, P.,** Echinodermi del Golfo di Rapallo. Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino, Vol. 11, 1896, No. 227 (4 S.).

(433) **Marenzeller, E. von,** Echinodermen, gesammelt 1890, 1891 und 1892. Ber. Comm. Erf. östl. Mittelmeer. Zool. Ergebn. 1. 4 Taf. 1893. S. 1—24.

(434) —— Echinodermen, gesammelt 1893, 1894. 1 Taf. Denkschr. K. Akad. Wien, Bd. 62, 1895, S. 123—148.

(435) **Martens, E. von,** Ueber Toxocidaris mexicana und ihre individuellen Verschiedenheiten bezüglich der bilateralen Symmetrie. Abh. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1865, S. 14.

(436) —— Ueber zwei neue ostasiatische Echiniden. Berliner Monatsber. 1865 (1866), p. 140—144.

(437) —— Ein nach äusserer Verletzung verheilter Seeigel. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde Berlin, Jahrg. 1879, p. 93.

(438) **Mathews, Alb. P.,** Some ways of causing Milotic Division in Unfertilized Arbacia Eggs. American Journ. Physiol. Vol. 4, No. 7, 1900, S. 343—347.

(439) **Mazzetti, A. G.,** Una specie nuova del genere Spatangus. M. Fig. Atti Soc. Nat. Modena, Rendiconti, Vol. 1, 1885, p. 126—128.

(440) —— Gli Echinidi del Mar Rosso. Mem. Accad. Modena, Vol. 10, 1894, S. 211—228.

(441) —— Catalogo degl. Echini del Mar Rosso e descrizione di sp. n. Atti Soc. Natural. Modena, Ser. 3, Vol. 12, 1894, S. 238–242.

(442) **Meissner, G.,** Ueber die Befruchtung des Eies von Echinus esculentus. Verhandl. naturf. Ges. Basel, Bd. 1, H. 3, 1857, p. 374—375.

(443) **Meissner, Maximilian,** Ueber die von Dr. Sander heimgebrachten Seeigel. Sitzungs-Ber. Ges. nat. Freunde Berlin, 1892, p. 183—185.

(444) —— Ueber Parasallenia gratiosa A. Ag. von Madagascar. ib. p. 185—186.

(445) —— Die von Herrn Dr. Plate aus Chile heimgebrachten Seeigel. Arch. f. Naturgesch. Bd. 62, 1896, S. 83—90.

(446) —— Echinoideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. (Ergebnisse Magalh. Sammelr.) 1900 (28 S.). 8⁰.

(447) —— und **Collin, A.,** Echinodermen. 1 Fig. Wiss. Meeresuntersuch. Komm. Wiss. Unters. Deutscher Meere. Kiel, Bd. 1, 1896, S. 329—345.

(448) **Metschnikoff, Elias,** Vergleichend-embryologische Studien. 3. Ueber die Gastrula einiger Metazoen. 2 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37, 1882, p. 286—313.

(449) —— Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. 2 Taf. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 5, 1883, p. 1—28.

(450) —— Embryologische Mittheilungen über Echinodermen 1. Ueber die Bildung der Wanderzellen des Mesoderms bei Sphaerechinus granularis. 2. Ueber das Nervensystem von Auricularia and Ophiurenlarven. Zool. Anz. Jg. 7, 1884, p. 43—47.

(451) —— Zur Kenntniss der Wassergefässanlage bei Asteriden und Echiniden. ib. p. 62—65.

(452) —— Vergleichend-embryologische Studien. 5. Ueber die Bildung der Wanderzellen bei Asterien und Echiniden. 2 Taf. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 42, 1885, p. 656—673.

(453) **Meyer, Hermann,** Ueber die Laterne des Aristoteles. M. Fig. Müller's Arch. f. Anat. 1849, p. 191—196.

(454) **Michelin, Hardouin,** Notice sur une variété de forme qui se présente dans les plaques de diverses espèces d'Échinides. Rev. Zool. 1848, p. 150—152.

(455) —— Description de quelques nouvelles espèces d'Échinides. 2 Taf. Paris 1851. 8⁰.

(456) —— Notice relative aux descriptions des Échinides. Rev. et Mag. de Zool. Sér. 2, T. 10, 1858, p. 332—336.

(457) —— Notice sur un genre nouveau à établir dans la famille des Spatangoïdes sous le nom de Moera. Rev. et Mag. de Zool. Sér. 2, T. 7, 1855, p. 245—248.

(458) —— Revue des espèces connues et nouvelles du genre Mellita, famille des Clypéastroïdes. 1 Taf. Rev. et Mag. de Zool. Sér. 2, T. 10, 1858, p. 358—364.

(459) —— Notice sur quelques espèces d'Échinides provenant de la Nouvelle-Calédonie (colonie française). 1 Taf. Rev. et Mag. Zool. Sér. 2, T. 13, 1861, p. 325—329.

(460) **Milne Edwards, Alphons,** Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans l'Atlantique à bord du navire de l'État „le Travailleur". Compt. Rend. Acad. Paris, T. 93, 1881, p 876—882.

(461) **Mivart, George,** The Echinus or Sea-Urchin. 1 Taf. Popul. Sc. Rev. Vol. 9, 1870, p. 366—377.

(462) **Modeer, Adolf,** Anmerkungen über das Geschlecht Echinus. M. Fig. D. Naturforscher, St. 21. 1785, p. 22—26.

(463) **Möbius, Karl,** Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. 1 Karte u. 22 Taf. Berlin 1880.

(464) —— Ueber die Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse. Sitzungs-Ber. K. Akad. Wiss. Berlin 1893, S. 67—92.

(465) **Monro,** Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Thiere. Aus dem Englischen übers. durch Schneider. Leipzig 1787, p. 88.

(466) **Morgan, T. H.,** Experimental Studies on Echinoderm Eggs. 4 Fig. Anat. Anz. Bd. 9, 1894, S. 141—152.

(467) —— The Formation of one Embryo from two Blastulae. 1 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 2, 1895, S. 65—71.

(468) —— A Study of a Variation in Cleavage. 1 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 2, 1895, S. 72—80.

(469) —— Studies of the „Partial" Larvae of Sphaerechinus. 1 Taf. ib. S. 81—126.

(470) —— Experimental Studies of the Blastula- and Gastrula-Stages of Echinus. 10 Fig. ib. S. 257—267.

(471) —— The Fertilization of non-nucleated Fragments of Echinoderm-Eggs. 1 Taf. ib. S. 268—280.

(472) —— The Production of Artificial Astrosphaeres. 1 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 3, 1896, s. 339—361.

(473) —— The Action of Solt-Solutions on the Unfertilized and Fertilized Eggs of Arbacia, and of other Animals. 4 Taf. u. 21 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 8, 1899, S. 448—539.

(474) **Mortensen, Th.,** Smaa faunistiske og biologiske Meddelelser. Vid. Meddel. Nat. Foren. Kjöbenhavn, Ser. 5, Aarg. 9, 1897, S. 311—328.

(475) —— Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition, nebst einer systematischen Revision der bisher bekannten Echinodermenlarven. 9 Taf. u. 13 Fig. u. 1 Karte. Ergebnisse Plankton Expedit. Bd. 2, J. 1898 (118 S.). 4°.

(476) **Moulins, Ch. des,** Premier mémoire sur les Échinides. Prodrome d'une nouvelle classification des ces animaux. 3 Taf. Actes de la soc. Linn. de Bordeaux. T. 7, 1835, p. 167—245.

(477) —— Seconde mémoire sur les Échinides. Généralités: Étude analitique des parties solides de ces animaux. ib. T. 7, 1835, p. 315—432.

(478) —— Troisième mémoire sur les Échinides. Synonymie générale. ib. T. 9, 1837, p. 13—364.

(479) —— Sur les épines des Échinocidarites. 2 Taf. Act. Soc. Linn. de Bordeaux. T. 27, Sér. 3, T. 7, 1869, p. 162—170.

(480) —— Spécifications et noms légitimes de six Echinolampas. Act. Soc. Linn. de Bordeaux. T. 27, 1869, p. 309—322.

(481) **Mourson, J. et Schlagdenhauffen,** Nouvelles recherches chimiques et physiologiques sur quelques liquides organiques (eau des oursins, eau des Kystes hydatiques et des cysticerques, liquide amniotique). Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 95, 1882, p. 791—794.

(482) **Müller, Johannes,** Ueber die Larvenzustände und die Metamorphose der Ophiuren und Seeigel. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin, 1846, p. 294—310.

(483) —— Ueber die Larven und Metamorphosen der Ophiuren und Seeigel. 7 Taf. Abhandl. K. Akad. Wiss. Berlin, 1846, Phys.-Kl., p. 273—312.

(484) —— Ueber die Larven und die Metaphorphose der Echinodermen (Abhandl. 2). 5 Taf. ib. 1848, Phys.-Kl., p. 75—110.

(485) —— Bemerkungen über die Metamorphose der Seeigel. Müller's Arch. f. Anat. 1848, p. 113—131.

(486) **Müller, Johannes,** Fortsetzung der Untersuchungen über die Metamorphose der Echinodermen. (Abhandl. 4.) Abhandl. K. Akad. Wiss. Berlin, 1850, Phys.-Kl., p. 37—86.
(487) —— Fortsetzung der Untersuchungen über die Metamorphose der Echinodermen, Müller's Arch. f. Anat. 1850, p. 452—478.
(488) —— Anatomische Studien über Echinodermen. Müller's Arch. f. Anat. 1850, p. 117—155.
(489) —— Berichtigung zu den Studien über Echinodermen. Ib. 1850, p. 225—233.
(490) —— Nachträge zu den Untersuchungen über die Entwickelung und Metamorphose der Echinodermen. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin 1851, p. 233—236; p. 677—679.
(491) —— Bemerkungen über einige Echinodermenlarven. Müller's Arch. f. Anat. 1851, p. 353—357.
(492) —— Ueber den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen. 8 Taf. Abhandl. K. Akad. Wiss. 1852, Phys.-Kl., p. 25—66.
(493) —— Anmerkung zu Krohn: Ueber die Larve von Spatangus purpureus. Müller's Arch. f. Anat. 1853, p. 258—259.
(494) —— Ueber den Bau der Echinodermen. 9 Taf. Abhandl. Akad. Wiss. Phys.-Kl., 1853, p. 123—219.
(495) —— Ueber die Semitae der Spatangoiden. Müller's Arch. f. Anat. 1853, p. 1—2.
(496) —— Entwickelung der Echinodermen. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin, 1854, p. 589—593.
(497) —— Nachtrag zur Vergleichung der Larven von Echinodermen. Monatsber. K. Akad. Wiss. Berlin, 1854, p. 168—170.
(498) —— Fortsetzung der Beobachtungen über die Metamorphose der Echinodermen. Müller's Arch. f. Anat. 1855, p. 67—89.
(499) —— Ueber die Gattungen der Seeigellarven (Abhandl. 7). 9 Taf. Abhandl. K. Akad. Wiss. Berlin 1854, Phys.-Kl., p. 1—56.
(500) **Müller, O. F.,** Zoologiae Danicae prodromus. Hafniae 1766.
(501) —— Zoologia Danica. Vol. 3 u. 4. Hafniae et Lipsiae (1779—84), 1788—1806.
(502) —— Zoologiae Danicae Icones. Fasc. 1. Hafniae 1777; Fasc. 2, 1780. Fol.
(503) **Nachtrieb, H. F.,** Preliminary Notes on the Echinoderms of Beaufort. John Hopkins Univ. Circ. Vol. 4, 1885, p. 67—68.
(504) **Neumayr, M.,** Morphologische Studien über fossile Echinodermen. 2 Taf. Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 84, Abth. 1, 1881, p. 143—176.
(505) **Niemic, J.,** Recherches sur les ventouses dans le regne animal. 5 Taf Rec. Zool. Suisse. T. 2, 1885, p. 1—147.
(506) —— Encore un mote sur les ambulacres des Echinodermes. ib. p. 521—526.
(507) **Nilsson, S.,** Beskrifning ofver Slägtet Pedicellaria. 1 Taf. K. Vet. Akad. Handlingar Stockholm, 1818, p. 90—99.
(508) **Noll, F. C.** (Biologische Bemerkungen.) Zool. Garten, Jg. 22, 1881, S. 171—173.
(509) **Nordgaard, O.,** Enkelte träk af Beitstadfjordens evertebratfauna. Bergens Museum Aarbog for 1892, 1893 (11 S.).
(510) **Norman, A. M.,** Notes on the French exploring Voyage of „Le Travailleur“ in the Bay of Biscay. Ann. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 6, p. 430—436.
(511) —— A Month on the Trondhjem Fiord. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 12, 1893, p. 341—367.
(512) —— Segmentation of the Nucleus without Segmentation of the Protoplasm. 2 Taf. Arch. f. Entwickelungsmech., Bd. 3, 1896, p. 106—126.
(513) **Östergren, Hj.,** Ueber die von der schwedischen zoologischen Polarexpedition 1900 eingesammelten Asteroidea, Echinoidea, Holothurioidea und Crinoidea. Zool. Anz. Bd. 24, No. 642, 1901, p. 252—253.
(514) **Oken, L.,** Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände. Bd. 5, 1835.

(515) **D'Orbigny,** Mollusques, Échinodermes, Foraminifères et Polypiers, recueillis aux îles Canaries par Barker-Webb et Berthelot, décrits par Alc. d'Orbigny. 14 Taf. Paris 1834 (144 S). 4⁰.

(516) **Osborn, H. L.,** A Case of Variation in the Number of Ambulacral Systems of Arbacia punctulata. 1 Fig. American Natural. Vol. 32, 1898, S. 259—261.

(517) **Pallary, Paul,** Enumération des Oursins vivants dans le golfe d'Oran. Feuille Jeun. Natural. Ser. 3, Année 28, 1898, S. 151—153.

(518) **Pelseneer, Paul,** Études sur la Faune littorale de la Belgique. Tuniciers, Crustacés, Vers, Echinodermes et Coelenterées recueillis en 1881. Proc. verb. Soc. Malacal. Belg. 2, T. 10, p. 218—223.

(519) **Pérez, J.,** Sur la fécondation de l'oeuf chef l'Oursin. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 84, 1877, p. 620—622.

(520) —— On the fécondation of the Egg in the Echinus. Ann. Mag. Nat. Hist. Sér. 4, Vol. 20, 1877, p. 156—158.

(521) **Perrier, J. O. Edmond,** Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins. 7 Taf. Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris. Paris 1869, 4⁰. (186 S.), und in: Ann. des Sc. nat. Sér. 5, Bd. 12/13, 1869—1870.

(522) —— Pédicellaires et Ambulacres des Echinoneus. Ann. Sc. nat. Sér. 5, Zool. T. 14, 1870, Part 8, p. 27—28.

(523) —— Sur l'appareil circulatoire des Oursins. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 79, 1874, p. 1128—1132.

(524) —— On the circulatory Apparatus of the Echinida. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, Vol. 15, 1875, p. 84—87.

(525) —— Observations sur les relations qui existent entre les dispositions des pores ambulacraires à l'extérieur et à l'intérieur du test des Echinides réguliers. M. Fig. Nouv. Arch. d. Mus. d'hist. nat. T. 5, 1869, Mém., p. 207—228.

(526) —— Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursius. 2 Taf. Arch. de Zool. exp. et gén. T. 4, 1875, p. 605—643.

(527) —— Colonies animales. Paris 1881.

(528) —— Recherches sur l'organisation des Étoiles de mer. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 102, 1886, p. 12.

(529) —— Sur le corps plastidogène ou prétendu coeur des Échinodermes. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 104, 1887, p. 180—182.

(530) —— Sur le collection d'Étoiles de mer recueillie par la commission scientifique du Cap Horn. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 106, 1888, p. 763—765.

(531) **Peters, W.,** Ueber das Geschlecht der Seeigel. Müller's Arch. f. Anat. 1840, p. 143—144.

(532) —— Ueber die an der Küste von Mossambique beobachteten Seeigel und insbesondere über die Gruppe der Diademen. 1 Taf. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, 1854. Phys.-Kl., p. 101—119.

(533) **Petersen, C. G. J.,** Echinodermata. 4 Karten. Vid. Udbytte Kanonbaaden „Hauchs" Togter. Kjöbenhavn 1889, p. 35—52.

(534) —— Third Report of the Danish Biological Station (at Faenö) to the Home Department for 1892. Copenhagen 1893.

(535) **Pfeffer, G.,** Die Clypeastriden des Hamburger Museums. 1 Taf. Verh. Naturw. Ver. Hamburg-Altona. Jg. 5, 1881, p. 56—70.

(536) —— Ueber die Rechtschreibung des Wortes Echinoderma. Verhandl. Ver. Nat. Unterh. Hamburg, Bd. 6, 1887, p. 110.

(537) —— Fische, Mollusken und Echinodermen von Spitzbergen, gesammelt von W. Kükenthal im Jahre 1886. Zool. Jahrb. Abth. Systematik. Bd. 8, 1894, S. 91—99.

(538) **Pfeffer, G.**, Ostafrikanische Echiniden, Asteriden und Ophiuriden, gesammelt von F. Stuhlmann im Jahre 1888 und 1889. Jahrb. wiss. Anstalten Hamburg, Jg. 13, 1896, Beiheft S. 43—48.

(539) **Philippi, R. A.**, Beschreibung zweier missgebildeter Seeigel, nebst Bemerkungen über die Echiniden überhaupt. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jg. 3, 1837, Bd. 1, p. 241—246.

(540) **Pictet, C.**, Recherches sur la spermatogénèse chez quelques Invertébrés de la Méditerranée. 3 Taf. Mittheil. Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, 1891, p. 75—152.

(541) **Piéri, J. B.**, Un nouveau ferment soluble: l'ovulase. Arch. Zool. Expér. Sér. 3, T. 7, 1899. Notes S. 29—30.

(542) **Plancus, Janus**, De Bononiensi scientiarum et artium instituto atque academia commentarii. Bononiae. 4⁰. Tom. 5, pars 1, p. 236: epistola de incessu marinorum echinorum.

(543) **Pomel, A.**, Observations sur la classification des Echinides, pour servir d'introduction à la description des Échinodermes fossiles tertiaires de l'Algérii occidentale. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 67, 1868, p. 302—305.

(544) **Ponton, Thomas Graham**, Skeleton of Purple Urchin (Echinus lividus). M. Fig. Science-Gossip 1867 (1868), S. 82—83.

(545) **Pouchet, G.**, et **Chabry**, Sur le developpement des larves d'Oursin dans l'eau de mer privée de chaux. Compt. Rend. Soc. Brol. Ser. 9, T. 1, 1889, p. 17—20.

(546) — De la production des larves monstrueuses d'Oursin par privation de chaux. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 108, 1889, p. 196—198.

(547) **Pratt, Edith M.**, Contributions to our Knowledge of the Marine Fauna of the Falkland Islands. 1 Taf. Mem. Proc. Manchester Lit. Phil. Soc. Vol. 42, 1898, No. 13 (26 S.).

(548) **Prouho, H.**, Sur quelques points de l'anatomie des Cidaridae du genre Dorocidaris. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 100, 1885, p. 124—126.

(549) —— Sur la forme larvaire du Dorocidaris papillata. ib. T. 101, 1885, p. 386—388.

(550) —— Sur le système nerveux d'Echinus acutus. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 102, 1896, p. 444—446.

(551) —— Sur le système vasculaire du Dorocidaris papillata. ib. p. 1403—1406.

(552) —— Sur le système vasculaire du Spatangus purpureus. ib. p. 1498—1500.

(553) —— Sur le système vasculaire des Échinides. ib. T. 103, 1886, p. 560—563.

(554) —— Sur le développement de l'appareil génital des Oursins. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 104, 1887, p. 83—85.

(555) —— Sur quelques points controversés de l'organisation des Oursins. ib. p. 706—708.

(556) — Recherches sur le Dorocidaris papillata et quelques autres Echinides de la Méditerranée. Arch. Zool. expér. Ser. 2, T. 5, 1887, p. 213—288.

(557) —— Recherches sur le Dorocidaris papillata et quelques autres Échinides de la Méditerranée. 13 Taf. Arch. Zool. expér. Sér. 2, T. 5, 1887, p. 289—380.

(558) —— Du sens de l'odorat chez les Étoiles de mer. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 110, 1890, p. 1343—1346.

(559) —— Du rôle des pédicellaires gemmiformes des Oursins. ib. 111, 1890, p. 62—64.

(560) **Pruvot, G.**, Essai sur les fonds et la faune de la Manchè occidentale (côtes de Bretagne) comparés à ceux du golfe du Lion, avec catalogue des Invertébrés benthiques du golfe du Lion et de la Manche occidentale. 6 Taf. Arch. Zool. expérim. Sér. 3, T. 5, 1898, S. 511—617.

(561) **Quatrefages**, Note sur un mode nouveau de phosphorescence de quelques invertebrés marins. Ann. Sc. nat. Paris, Ser. 3, T. 14, 1850, S. 236—320.

(562) **Quenstedt**, Petrefaktenkunde Deutschlands. Bd. 3. Echiniden. Leipzig 1872—1875.

(563) **Rankin, Walter M.,** Echinoderms collected off the West Coasts of Greenland by the Princeton Arctic Expedition of 1899. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1901, p. 169—181.

(564) **Rathbun, Richard,** A List of the Brazilian Echinoderms, with Notes on their Distribution . . . Transact. Connecticut Acad. of Arch. a. Sc. Vol. 5, Part 1, New Haven 1880, p. 139—158.

(565) —— Report upon the Echini collected by the U. St. Fish Commission Steamer Albatross, in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico, January to May 1884. Proc. U. St. Nat. Mus. Vol. 8, 1885, p. 83—89.

(566) —— Idem, in the Gulf of Mexico from January to March 1885, ib. p. 606—620.

(567) **Rathke, Heinrich,** Ueber das Geschlechtsverhältniss bei den Seeigeln und den Seesternen. Frorieps nat. Nat. Bd. 13, No. 269, 1840, p. 65—67.

(568) **Rawitz, Bernhard,** Ueber den Einfluss verdünnten Seewassers auf die Furchungsfähigkeit der Seeigeleier. Arch. f. Anat. Physiol. Abth. 1896, S. 177—180.

(569) **Rein, J. J.,** Japan nach Reisen und Studien dargestellt. Leipzig 1881 (ersch. 1880).

(570) **Reinke, Friedrich,** Untersuchungen über Befruchtung und Furchung des Eies der Echinodermen. Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Berlin, 1895, S. 625—637.

(571) —— Ueber neuere Theorien der zellmechanischen Vorgänge und ihre Beziehungen zur Befruchtung und Furchung des Seeigeleies. Arch. Ver. Freunde Naturg. Mecklenburg, Jg. 49, 1896, Abth. 2, Sitzungs-Ber. S. 13—20.

(572) **Ridley, H. N.,** Notes on the Zoology of Fernando Noronha. 1 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 20, 1890, p. 473—592.

(573) **Robert, Eugen,** Action perforante d'une espèce d'Echinodermes (Echinus lividus). Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 39, 1854, p. 639—640.

(574) **Robertson, David,** Notes on Amphidetus cordatus. Quart. Journ. microsc. sc. N. Ser. Vol. 11, 1871, p. 25—27.

(575) —— On the reproduction of the spines of Echinus sphaera Müller. Proc. Nat. Hist. Soc. Glasgow, Vol. 2 (1869—75), P. 2, 1876, p. 217—219.

(576) **Romanes, G. J.,** and **Ewart, J. C.,** Observations on the Locomotor System of Echinodermata. 7 Taf. Philos. Transact. London, Part 3, 1881, p. 829—855.

(577) —— Observations on the Physiology of Echinodermata. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 17, 1883, p. 131—137.

(578) **Rondelet, Gulielmus,** Libri de piscibus marinis, in quibus verae piscium effigies expressae sunt. Lugduni 1554. Adhaeret eiusdem universae aquatilium historiae pars altera, cum veris ipsorum imaginibus. Mit Kupf. ibid. 1555. Fol.

(579) **Russo, A.,** Contribuzione all' embriologia degli Echinodermi e oviluppo dell' Asterias glacialis O. F. Müller, dall novo alla Bipinnaria. 1 Taf. Boll. Soc. Natural. Napoli, Vol. 6, 1892, p. 124—138.

(580) —— Echinodermi raccolti nel Mar Rosso dagli ufficiali della R. marina Italiana. 3 Fig. Boll. Soc. Natural. Napoli, Vol. 7, S. 159—163.

(581) —— Specie di Echinodermi poco conosciuti e nuovi viventi nel golfo di Napoli 1 Taf. Atti Accad. Napoli, Ser. 2, Vol. 6, No. 1, 1893 (10 S.).

(582) —— Sul sistema genitale e madreporico degli Echinidi regolari. 1 Taf. Boll. Soc. Natural. Napoli, Vol. 8, 1895, S. 90—109.

(583) **Saint-Hilaire, C.,** Ueber die Wanderzellen in der Darmwand der Seeigel. 2 Taf. Trav. Soc. Imp. Natur. Pétersbourg, Vol. 27, 1887, S. 221—248.

(584) **Salter, James A.,** On the Structure and Growth of the Tooth of Echinus. 3 Taf. Philos. Trans. R. Soc. London, Vol. 151, 1861, p. 397—407.

(585) **Sarasin, C. F.,** und **P. B.,** Ueber einen mit zusammengesetzten Augen bedeckten Seeigel. 1 Fig. Zool. Anz. Jg. 8, 1885, p. 715—720.

(586) —— Ueber einen Lederigel aus dem Hafen von Trincomali (Ceylon) und seinem Giftapparat. 1 Fig. Zool. Anz. Jg. 9, 1886, p. 80—82.

(587) **Sarasin, C. F., und P. B.,** Die Augen und das Integament der Diadematiden. 3 Taf. Ergebnisse Naturw. Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884—1886. Bd. 1, 1887, p. 1—18.

(588) —— Die Längsmuskeln und die Stewart'schen Organe der Echinothuriden. 1 Fig. Zool. Anz. Jg. 11, 1888, p. 115—117.

(589) —— Ueber die Niere der Seeigel. ib. p. 217—218.

(590) —— Ueber die Anatomie der Echinothuriden und die Phylogenie der Echinodermen. Ergebnisse Naturwiss. Forschungen in Ceylon. 7 Taf. Bd. 1, 1888, p. 83—154.

(591) **Sars,** Beskriveleser og Jagtlageleser over nogle moerkelige eller nye i Havet ved den Bergenske kyst levende Dyr. Bergen 1835.

(592) **Sars, Michael,** Reise in Lofoten og Finmarken. Nyt Mag. for Naturvidensk. Vol. 6, 1851, p. 159.

(593) —— Middelhavets Littoral Fauna. ib. Vol. 10, 1857, p. 18.

(594) —— Zoologisk Reise ved Kysten af Romsdals. ib. Vol. 10, 1857, p. 261.

(595) —— Oversigt af Norges Echinodermer 16 Taf. Christiania 1861, 8°.

(596) **Say, Thomas,** On the species of the Linnean genus Echinus inhabiting the coast of the United States. Journ. Acad. nat. Sc. Philadelphia, Vol. 5, P. 2, 1827, p. 225—229.

(597) **Schäfer, E. A.,** On the Perivisceral Fluid of the Sea Urchin (Echinus). Proc. Roy. Soc. London, Vol. 34, 1883, p. 370—371.

(598) **Schenk, S. L.,** Anomalien an den Eiern von Echinodermen nach der Befruchtung. 4 Fig. Sitzungs-Ber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 105, Abth. 3, 1896, S. 160—161.

(599) **Schneider, Karl Camillo,** Ueber Zellstructuren. Zool. Anz. Jg. 14, 1891, p. 44—46 u. 49—50.

(600) **Seba, Albertus,** Locupletissimi rerum naturalium thesauris accurata descriptio, et inconibus artificiosissimis expressio, collegit, digessit, descripsit et ad pingendum curavit. Tom. 3. Amstelodami 1734—58. Fol. regali.

(601) **Seeliger, Oswald,** Giebt es geschlechtlich erzeugte Organismen ohne mütterliche Eigenschaften? 2 Taf. u. 3 Fig. Arch. Entwickelungsmech. Bd. 1, 1894, S. 203—223.

(602) —— Ueber die Erzeugung von Bastardlarven bei Seeigeln (Sphaerechinus granularis ♀, Echinus microtuberculatus ♂). Verhandl. Ges. Deutscher Naturf. u. Aerzte-Versammlg. 66, 1895, Theil 2, Hälfte 1, S. 139.

(603) —— Bemerkungen über Bastardlarven der Seeigel. 3 Taf. u. 10 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 3. 1896, S. 477—526.

(604) **Selenka, Emil,** Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Ein Beitrag zur Lehre von der Befruchtung und Eifurchung. 3 Taf. Zool. Studien, Leipzig 1878 (VII u. 18 S.). Gr. 4°.

(605) —— Beobachtungen über die Befruchtung und Theilung des Eies von Toxopneustes variegatus. Vorl. Mittheil. Sitzungsber. d. phys.-med. Soc. Erlangen. Heft 10 (1877—78), 1878, S. 1—7.

(606) —— Keimblätter- und Organanlagen bei Echiniden. Sitzungsber. d. phys.-med. Soc. Erlangen. H. 11 (1878—79), 1879, p. 100—108. Dass. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33, H. 1/2, 1879, p. 39—54.

(607) —— Die Keimblätter der Echinodermen. Studien über die Entwickelungsgeschichte der Thiere. 6 Taf. Heft 2, 1883, p. 28—61.

(608) **Semon, R.,** Die Entwickelung der Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. 7 Taf. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 22, 1888, p. 175—309.

(609) **Serres, Marc.,** Sur l'action perforante de l'Echinus lividus. Compt. rénd. Acad. Sc. Paris, T. 44, 1857, p. 72.

(610) —— Note sur l'Echinus lividus de l'Océan, considéré comme une espèce perforante. ib. T. 43, 1856, p. 405—406, u. Mém. Acad. Montpellier, Sc. T. 3, 1857, p. 419—424.

(611) —— Note sur le l'identité de l'Echinus lividus de l'Océan avec celui de la Méditerranée. Bull. Soc. géol. France Sér. 2, T. 14, 1857, p. 518—524.

(612) **Sharpey,** Echinodermata. Cyclopaedia of Anatomie and Physiol. Vol. 2. London 1837.

(613) **Sladen, W. Percy,** On the Asteroidea and Echinoidea of the Korean Seas. Linn. Soc. Journ. Zool. Vol. 14, 1879, p. 424—445.

(614) —— On a remarkable Form of Pedicellaria and the functions performed thereby; together with general observations on the allied forms of this organ in the Echinidae. 2 Taf. Ann. a. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, Vol. 6, 1880, p. 101—114.

(615) —— Echinodermata from South-west Ireland. 5 Taf. Proc. Roy. Irish Acad. Vol. 1, 1891, p. 687—704.

(616) **Sluiter, C. Ph.,** Die Evertebraten aus der Sammlung des K. Naturwissenschaftlichen Vereins in Niederländisch-Indien in Batavia. Die Echinodermen. Nat. Tijd. Nederland. Indië Batavia. Deel 48, 1889, p. 285—313.

(617) —— Nachträgliches über die Echinodermen-Fauna des Java-Meeres. M. Taf. Nat. Tijd. Nederland. Indië Batavia. Deel 49, 1890, p. 105—110.

(618) —— Die Echiniden-Sammlung des Museums zu Amsterdam. Bijdr. Dierkunde Amsterdam, Afl. 17, 1895, S. 65—74.

(619) **Smith, Edgar, A.,** Description of a new Species of Spatangidae. M. Fig. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 5, V. 1, 1878, p. 67—70.

(620) **Stewart, Thomas Howard,** On a malformation in Echinus Flemingiï Boll. Ann. nat. hist. Ser. 3, Vol. 5, 1860, p. 343.

(621) —— Observations on the anatomy of the Echinoderms. Proc. Zool. Soc. Vol. 29, 1861, p. 53—58; Ann. Nat. Mag. nat. hist. Vol. 8, 1861, p. 67—72.

(622) **Stewart, Charles,** On the Spicula of the Regular Echinoidea. 4 Taf. Trans. Linn. Soc. London, V. 25, Pt. 3, 1866, p. 365—372.

(623) —— On the minute structure of certain hard parts of the genus Cidaris. 1 Taf. Quart. Journ. microsc. sc. N. Ser. Vol. 11, 1871, p. 51—55.

(624) —— On certains Organs of the Cidaridae. 1 Taf. Trans. Linn. Soc. London, Ser. 2, Vol. 1, Zool. Pt. 8, 1879, p. 569—572.

(625) —— Note on an abnormal Amblypneustes griseus. 1 Taf. Journ. Linn. Soc. London, Zool. 15, 1880, No. 82, p. 130.

(626) —— On some structural features of Echinostrephus molare, Parasalenia gratiosa and Stomopneustes variolaris. 1 Taf. Journ. R. Microsc. Soc. Vol. 3, No. 6, 1880, p. 909—912.

(627) **Storm, V.,** Bidrag til Kundskab om Throndjemsfjordens Fauna. Kong. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1878. Throndjem 1879, p. 9—36 (Echinodermer p. 18—22) und (1880) 1881, p. 73—96 und (1886—87) 1888, p. 58—64.

(628) **Stossich, Michael,** Prospetto della Fauna del Mare Adriatico. Parte 5. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. Trieste, Vol. 8, 1884, p. 79—110.

(629) **Studer, Th.,** Ueber Echinodermen aus dem antarktischen Meere . . . Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin 1876 (Bd. 1877, S. 457).

(630) —— Ueber Geschlechtsdimorphismus bei Echinodermen. Zool. Anz. Jg. 3, No. 67, 1880, p. 523—527; No. 68, p. 543—546.

(631) **Studer, Th.**, Uebersicht über die während der Reise S. M. S. Corvette Gazelle um die Erde 1874—76 gesammelten Echinoideen. 2 Taf. Monatsber. Akad. Wiss. Berlin 1880, p. 861—885.

(632) —— Beiträge zur Meeresfauna West-Afrikas. Zool. Anz. Jg. 5, 1882, p. 333—336; p. 351—356.

(633) **Stuxberg, Anton**, Evertebratfaunan i Sibiriens ishaf. Förelöpande meddelanden. 1 Taf. Vega-Exped. Vetenskap. Arbeten, Bd. 1, 1882, p. 679—812. Deutsche Ausg., Leipzig, Brockhaus, Bd 1, p. 481—600.

(634) —— Faunan på och kring Novaja Semlja Vega-Expeditionens Vetenskapliga Jakttagelser, Bd. 5. Stockholm 1886. 8⁰.

(635) **Sundevall, C. Fr.**, Om Pedicellarier. Forhandl. skandin. Naturforsk. Möde 4, Christiania (1844) 1847, p. 246—247. Isis 1848, p. 532.

(636) **Taylor, J. E.**, The Sea-Urchin. M. Fig. Science-Gossip 1873 (1874), p. 156—157.

(637) **Théel, H.**, Notes on the formation and absorption of the skeleton in the Echinoderms. Öfv. Vet. Akad. Förh. Stockholm 1894, p. 345.

(638) On the Development of Echinocyamus pusillus (O. F. Müller). 9 Taf. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsala Ser. 3 (57 S.).

(639) —— Remarks on the Activity of Amoeboid Cells in the Echinoderms. 1 Taf. u. 3 Fig. Festskrift Lilljeborg Upsala 1896, p. 47—58.

(640) **Thomson, Wyville**, Notice of a New Family of the Echinodermata. Proc. R. Soc. Edinburgh, Vol. 7 (1869—72) 1872, p. 615—617.

(641) —— On the Echinoidea of the „Porcupine" Deep-sea Dredging-Expeditions. 13 Taf. Phil. Trans. R. Soc. London, Vol. 164, 1874, P. 2, p. 719—756.

(642) **Tiedemann, F.**, Anatomie der Röhren-Holothurie, des pommeranzenfarbigen Seesterns und des Stein-Seeigels. Landshut 1816. Auszug in Isis, 1818, p. 730—737.

(643) **Tornquist, A.**, Beitrag zur Kenntniss von Aschaeocidaris. 1 Taf. N. Jahrb. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. Bd. 2, 1896, S. 27—60.

(644) **Torrata**, Des étoiles et des hérissons de la mer. 1 Taf. Mém. Acad. Turin. T. 6, 1801, P. 2, p. 35—44.

(645) **Tower, W. L.**, An Abnormal Clypeastroid Echinoid. 3 Fig. Zool. Anz. Bd. 24, No. 640, 1901, p. 188—191.

(646) **Trevelyan, W. C.**, Supposed boring powers of the Echinus lividus. Edinburgh new. Phil. Journ. Vol. 46, 1849, p. 386—387.

(647) **Troschel, F. H.**, Ueber die Gattung Tripylus Phil. 1 Taf. Arch. f. Naturg. Jg. 17, 1851, Bd. 1, p. 67—74.

(648) —— Bemerkungen zur Echinodermengattung Crustulum (= Astriclypeus). Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. Jg. 26 (F. 3, Jahrg. 6), 1869, Sitzungsber. p. 15.

(649) —— Nachträgliche Bemerkungen über die Gattung Crustulum. Arch. f. Naturgesch. Jg. 36, Bd. 1, 1869, p. 52—57.

(650) —— Ueber einige neue Seeigel. Verhandl. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. Jg. 26 (F. 3, Jg. 6), 1869, Sitzungsber. p. 96.

(651) — Ueber die Schwierigkeit der Bestimmung der regulären Seeigel. ib. Jg. 28 (F. 3, Jg. 8), 1871, Sitzungsber. p. 90—91.

(652) —— Ueber Podophora quadriseriata. Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. Jahrg. 30 (F. 3, Jahrg. 10), Sitzungsber. p. 203.

(653) — Ueber die Gattung Echinocidaris Desm. Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. Jahrg. 29 (F. 3, Jahrg. 9), 1872, Sitzungsber. p. 159—160.

(654) -- Die Familie der Echinocidariden. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 38, Bd. 1, 1872, p. 293—356; Jahrg. 39, Bd. 1, 1873, p. 308—356.

(655) **Troschel, F. H.,** Ueber Seeigel mit crenulirten Höckern (Rhabdocidaris recens, n. sp. von Singapore; Cidaris baculosa Lam. von Mauritius). Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westphalens. Jahrg. 34 (F. 4, Jahrg. 4), 1877, Sitzungsber. p. 12; p. 334—335.

(656) —— Rhabdocidaris recens n. sp. 1 Taf. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 43, Bd. 1, 1877, p. 127—134. Nachträgliche Bemerkungen über Rh. rec. ib. p. 260.

(657) **Uexküll, J. von,** Ueber die Function der Polischen Blasen am Kauapparat der regulären Seeigel. 1 Taf. Mitth. Zool. Stat Neapel, Bd. 12, 1896, S. 463—476.

(658) —— Entgegnung auf den Angriff des Herrn P. Hubert Ludwig. Zool. Anz. Bd. 20, 1897, S. 36—38.

(659) —— Ueber Reflexe bei den Seeigeln. 5 Fig. Zeitschr. f. Biol. Bd. 34, 1897, S. 298—318.

(660) —— Vergleichend sinnesphysiologische Untersuchungen. 2. Der Schatten als Reiz für Centrostephanus longispinus. 3 Taf. ib. S. 319—339.

(661) —— Die Physiologie der Pedicellarien. 2 Taf. u. 2 Fig. Zeitschr. f. Biol. Ser. 2, Bd. 19, 1899, S. 334—403.

(662) —— Die Physiologie des Seeigelstachels. 4 Fig. Zeitschr. f. Biol. Ser. 2, Bd. 21, 1899, S. 73—112.

(663) —— Die Wirkung von Licht und Schatten auf die Seeigel. 1 Taf. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 40, 1900, S. 447—476.

(664) —— Ueber die Errichtung eines zoologischen Arbeitsplatzes in Dar-es-Salaam. Zool. Anz., Bd. 23, No. 628, 1900, S. 579—583 (enthält biologische Beobachtungen über Seeigel).

(665) **D'Urban, W. S. M.,** The Zoology of Barents Sea. Ann. Nat. Hist., Ser. 5, Vol. 6. p. 253—277.

(666) **Valenciennes, A.,** Observations sur des Oursins perforants dans le granite de Bretagne. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 41, 1855, p. 755—756. l'Institut, 23, No. 1142, 1855, p. 395.

(667) **Valentin, G.,** L'anatomie du genre Echinus. 9 Taf. Neuchâtel 1842, in: Agassiz, Louis, Description des Echinodermes vivans et fossiles. Livr. 4.

(668) —— Sur la structure du squelette de l'Echinus. Bull. de l'Acad. de Bruxelles. T. 7, P. 2, p. 81—86.

(669) **Van der Stricht, O.,** Sur l'existence d'une astrophère dans l'oocyte au stade d'accroissement. 4 Fig. Compt. rend. Assoc. Anat. Sess. 1, 1899, S. 32—37.

(670) **Vernon, H. M.,** The Effect of Environment on the Development of Echinoderm Larvae: an Experimental Inquiry into the Causes of Variation. 10 Fig. Phil. Trans., Vol. 186 B, 1895, S. 577—632.

(671) —— The Relations between the Hybrid and Parent Forms of Echinoid Larvae. 27 Fig. Phil. Trans., Vol. 190 B, 1898, S. 465—529.

(672) —— The Effect of Staleness of the Sexual Cells on the Development of Echinoids. 1 Fig. Proc. R. Soc. London, Vol. 65, 1899, S. 350—360.

(673) **Verrill, A. E.,** Note on the Generic Relations and Synonymy of the Common Sea-urchin of New England. American Journ. Sc. a. Arts. Ser. 2, Vol. 49, 1870, S. 101—103.

(674) —— Preliminary Check-list of the marine Invertebrata of the Atlantic Coast from Cape Cod to the Gulf of St. Lawrence. Newhaven 1879 (32 p.).

(675) —— Notice on a remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern coast of New England. ib. Vol. 20, 1880, S. 390—403.

(676) —— Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New England. American Journ. Sc., Vol. 23, 1882, p. 135—142; p. 216—225; p. 406—408.

(677) **Verrill, A. E.,** Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New England. American Journ. Sc., Ser. 3, Vol. 28, 1884, p. 213—220.

(678) —— Brief Contributions to Zoology from the Museum of Yale College. ib. p. 378—384.

(679) **Vogt, Carl,** und **Yung, E.,** Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Bd. 1. Braunschweig 1888.

(680) **Wagner, Nicolas,** Die Wirbellosen des Weissen Meeres. Bd. 1, Echinodermata, p. 170—171.

(681) **Wallich, G. C.,** Note on the Discovery of an extremely minute Vertebrate Lower Jaw in Mud dredged at St. Helena. M. Fig. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 3, Vol. 10, 1862, p. 304.

(682) **Walter, Alfred,** Ceylons Echinodermen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18, 1885, p. 365—384.

(683) **Whitelegge, Th.,** The Echinodermata of Funafuti. Australian Mus. Sydney. Mem. 3, Part. 2, S. 155—162.

(684) **Wilkens, Christian Friedrich,** Beschreibung von einem birnförmigen, mehrfarbigen, seltenen Frieselbunde. M. Fig. Schrift d. Berliner Ges. naturf. Freunde. Bd. 3, 1781, p. 161—171.

(685) **Williams, Thomas,** On the mechanism of respiration in the family of Echinidae. Rep. British Assoc. Adv. Sc. 26, Meet. 1856, Sections etc., p. 101.

(686) **Wilson, E. B.,** and **Mathews, A. P.,** Maturation, Fertilization and Polarity in the Echinoderm Egg. New Light on the „Quadrille of the Centers". 8 Fig. Journ. Morphol. Boston, Vol. 10, 1895, p. 319—342.

(687) —— Archoplasm, Centrosome, and Chromatin in the Sec-Urchin Egg. 3 Taf. Journ. Morphol. Boston, Vol. 11, 1895, p. 443—478.

(688) —— Karyokinesis and the Fertilization of the ovum of Toxopneustes variegatus. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., Vol. 26, 1895, p. 469—473.

(689) —— The Chemical Fertilization of the Sea Urchin Egg. Science. N. S. Vol. 13, No. 315, 1901, p. 71—72.

(690) **Wood-Mason, J.,** and **Alcock, A.,** Natural History from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator". Series 2, No. 1. On the Results of Deep-sea Dredging during the Season 1890—91. 1 Taf. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 6, Vol. 8, 1891.

(691) **Woods, J. E. Tenison,** The Echini of Australia (including those of the Chevert Expedition). Proc. Linn. Soc. N.-South-Wales, Vol. 2, 1878, p. 145—176.

(692) —— On the Echini of Australia. ib. Vol. 2, 1878, p. 342—344.

(693) —— On some Australian Echini. 2 Taf. ib. Vol. 4, 1880, p. 282—291.

(694) —— On some new Australian Echini. 2 Taf. Proc. Linn. Soc. New South Wales. Vol. 4, Part 3, Sydney 1879.

(695) **Wright, Th.,** Monograph of the British fossil Echinodermata of the Oolitic formation. London 1857—1880.

(696) —— Monograph of the British fossil Echinodermata of the Cretaceous form. London 1864—1882.

(697) **Yoshiwara, S.,** Preliminary Notice of New Japanese Echinoids. Annotat. Zool. Japon. Tokyo, Vol. 2, 1898, p. 57—61.

(698) —— On two New Species of Asthenosoma from the Sea of Sagami. Annotat. Zool. Japon. 1 Taf. Tokyo, Vol. 1, 1897, p. 5—11.

(699) **Ziegler, H. E.**, Ueber Furchung unter Pressung. Verhandl. Anat. Ges. Versammlg. 8, 1894, p. 132—146.

(700) —— Untersuchungen über die Zelltheilung. Verhandl. Deutschen Zool. Ges. Versammlg. 5, 1895, p. 62—83.

(701) —— Einige Beobachtungen zur Entwickelungsgeschichte der Echinodermen. 5 Fig. Verh. Deutschen Zool. Ges. Vers. 6, 1896, p. 136—155.

(702) —— Experimentelle Studien über die Zelltheilung. 1. Mittheil. 1. Die Zerschnürung der Seeigeleier. 2. Furchung ohne Chromosomen. 2 Taf. u. 3 Fig. Arch. f. Entwickelungsmech. Bd. 6, 1898, p. 249—293.

(703) **Zittel, K. A.**, Handbuch der Paläontologie. Bd. 1. München u. Leipzig 1876—1880.

(704) **Zoja, Raffaele**, Sviluppo dei blastomeri isolati ed anomalie di segmentazione nelle uova di Echini. Rendiconti Istit. Lomb. Sc. Milano, Ser. 2, Vol. 27, 1895, p. 821—824.

II. Geschichte.

Die Seeigel waren den Küstenbewohnern im Alterthum wohlbekannt, was nicht Wunder nimmt, da sie durch ihr festes Kalkskelett und ihre Grösse jedem in die Augen fallen mussten. Die ersten Beobachtungen finden wir in der Naturgeschichte des Aristoteles, welcher die gewöhnliche Mittelmeerform, *Echinus esculentus,* beschreibt. Von ihm rührt auch der Name *echinos* her, den er ihnen gab. Dem Aristoteles waren bereits mehrere Arten bekannt; so erwähnt er den essbaren, in dem er die fünf grossen essbaren Eierstöcke hervorhebt. Weiter spricht er von je einer Art der Spatangen, Bryssen und Echinometren, die im hohen Meere leben und sehr selten seien. Eine vierte Art, die mit langen und harten Stacheln besetzt ist, aber nur eine geringe Grösse habe, lebe im Meere viele Klafter tief. Endlich erwähnt er weisse Seeigel, die in der Umgegend von Torone, an der Nordküste des Aegäischen Meeres, vorkommen und einen in die Länge gestreckten Körper mit mehr weichen Stacheln besitzen. Aristoteles unterschied genau die Mund- und Afteröffnung, erkannte die fünf Zähne. Den Kauapparat verglich er mit einer Laterne, um welche kein Fell gespannt sei, also mit einem Laternengerüste. In ausführlicherer Weise schildert uns Aristoteles die Seeigel in seinem Werke „Ueber die Theile der Thiere“. Die Beschreibungen von Seeigeln, wie sie im Mittelalter durch Rondelet (578) und später von Aldrovandus gegeben wurden, bedeuten keinen Fortschritt. Erst im achtzehnten Jahrhundert treffen wir auf Schriftsteller, die bereits eine grössere Kenntniss dieser Classe, und zwar der lebenden wie fossilen Formen, besassen. Breyn (106) hat im Jahre 1732 in seinem Werke De Echinis et Echinitis sive methodica Echinorum Distributione, bereits 7 Gattungen unterschieden, je nach der Lage der Mundöffnung und des Afters. Die Abbildungen sind für die damalige Zeit recht gut und lassen die Arten die einzelnen Merkmale der Schale gut hervortreten. Nächst diesem Forscher ist J. Th. Klein zu nennen. Er (340) gab in seiner Naturalis dispositio Echinodermatum im Jahre 1734 eine Beschreibung der bekannten Arten, von denen ein Theil auf 36 Taf. abgebildet wurde. Er theilte die Seeigel nach der Lage der Afteröffnung in die drei Classen ein: *Anacysti, Catocysti* und *Pleurocysti.* Bei der ersten Classe ist der After im Scheitelpol gelegen, bei der zweiten an irgend einer Stelle der Basis, bei der dritten an der Seite. Die Werke von Gualtieri (282) und Seba (600) enthalten theilweise recht gute Abbildungen von Seeigeln, ohne aber die Systematik zu fördern.

Mit Linné beginnt erst die Systematik dieser Classe. Im dritten Theil seines Werkes Museum Ludovicae Ulricae vom Jahre 1764, in seiner Fauna *Suecica* vom Jahre 1746 und 1761, in den *Lectures* vom Jahre 1752, und in der 10. und 12. Auflage des Systems der Natur 1758 und 1767, schildert Linné 17 Arten der Gattung *Echinus*. Lovén hat die Typen Linnés und die Synonyme sämmtlicher Arten in einem besonderen Werke besprochen, sowie die Typen photographisch wiedergegeben (406).

In seinen Additamenta gab Leske (375) eine kritische Darstellung der Arbeiten seiner Vorgänger und schloss sich an die binome Nomenclatur Linnés an. Die Ordnung *Echinus* theilte er in 10 Gattungen. Von diesen zerfällte er die zehnte Gattung *Spatangus* in 4 Familien, hauptsächlich nach der Körperform und der Bildung des Scheitels (*vertice sulcati*, *non sulcati*). Er führte bereits 93 Arten auf, die durch genaue Abbildungen geschildert werden. In einem Literaturverzeichniss, welches die gesammte Literatur bis zum Jahre 1778 enthält, giebt er die Titel von weit über 100 Werken an. Auf die Fortschritte im Gebiete der Systematik, wie sie mit den Arbeiten von Gray, Blainville, Desmoulins, Agassiz und Désor beginnen, wird erst in dem Capitel eingegangen werden, das die Geschichte der Systematik schildert. An dieser Stelle mag nur auf die grosse Zahl von Abhandlungen hingewiesen werden, durch welche unsere Kenntniss der Gattungen und Arten ungeheuer vermehrt worden ist. Während anfangs die meisten Forscher nur einzelne Formen aus verschiedenen Fundorten beschrieben, wurde bald durch eine systematische Inangriffnahme der einzelnen Faunengebiete, besonders durch Expeditionen, ein ungeahnter Formenreichthum bekannt. Besonders die Tiefseefauna, wie sie zuerst durch die Challenger-Expedition und dann durch die ihr folgenden Unternehmungen bekannt wurde, hat unser Wissen mannigfaltig bereichert. Die Beschreibung dieser Challenger-Echiniden mit ihren vielen neuen Gattungen der Tiefsee verdanken wir Al. Agassiz, der auch die vom Albatross und Blake erbeuteten Seeigel beschrieb. Unsere weitere Kenntniss von Tiefseeformen ist mit den Namen Lyman, Köhler, Studer u. A. verknüpft (Porcupine-Expedition, Talisman, Gazelle, Travailleur, Hirondelle, Princes Alice). Im Folgenden sollen die hauptsächlichsten Werke, in denen die einzelnen Faunen bearbeitet wurden, angeführt werden, um einen Begriff von der ausgedehnten Arbeitskraft zu geben, die zur Erforschung dieser wunderbaren Formengruppe aufgewendet worden ist.

Im Nord-Atlantischen Meer und Nordpolar-Meer waren es besonders folgende Forscher, die theils einzelne Arten, theils die Faunen einzelner Theile beschrieben. Nordische Seeigel beschrieben Nordgaard (509), Norman (511), Meissner und Collin (447); Pfeffer (537) schilderte die Fauna von Ostspitzbergen, Appellöf (39) die von Scandinavien; Aurivillius die von Schweden (44). Echiniden von Menorca beschrieb Braun (105); solche aus dem weissen Meere Wagner (680). Grieg (265—268) die von Norwegen. Weiter sind zu

nennen die Abhandlungen von Lönnberg (388), Bell (70), der die Thiere der Ostküste Schottlands, Stuxberg (633), der die des sibirischen Eismeeres, Duncan und Sladen (193), welche die arktischen Echiniden, Danielsen und Koren (140, 141), die ebenfalls nordische Arten schilderten, Sladen (615), Herdman (393), die Formen von Island beschrieben.

Durch die Expedition des Fürsten Albert von Monaco wurde die Kenntniss der nordatlantischen und arktischen Thiere vervollständigt (356).

Die Kenntniss der im Mittelmeer lebenden Arten förderten Carus (121), Barrois (49), Gräffe (247), von Marenzeller (433); Koehler (350) und Granger (249) schilderten die Echiniden der französischen Küste; und die aus dem Golf von Gascogne (352).

Mit der Echinidenfauna des südatlantischen Meeres beschäftigten sich Clark (126, 127), der die Thiere der Bermudasinseln, Rathbun (565), der westindische Arten und solche aus dem Golf von Mexiko schilderte. Agassiz (21) förderte die Formenkenntniss durch Arbeiten, die besonders die Seeigel aus dem Golf von Mexiko, der Caraibischen See und den atlantischen Küsten der Vereinigten Staaten betrafen. Auch Verrill (674) und Greeff (259) beschrieben Seeigel von der atlantischen Küste Nord-Amerikas. Ives (329, 331) beschrieb die von den Bahama Islands und von Yucatan. Die der Küste von Brasilien behandelte Rathbun (564).

Die Fauna des Indisch-Polynesischen Meeres wurde untersucht von Mazzetti (440) und Ludwig (412), die Arten aus dem rothen Meere; von Loriol (392, 394), Bell (80), Möbius und Lange (463), die solche von Mauritius beschrieben. Ludwig (419) schilderte Seeigel von Sansibar, Pfeffer (538) solche aus Ostafrika, die von Stuhlmann erbeutet waren. Seeigel von Ceylon wurden bekannt durch Bell (69), Anderson (33a), de Loriol (393), Walter (682); Japanesische Arten beschrieben Döderlein (156), Ives (330), Yoshiwara (697, 698). Aus der Bai von Bengalen gaben Wood-Mason und Alcock (690), neue Arten bekannt. Australiens Seeigel schilderte Bell (75); die der Westküste von Centralamerika Agassiz (22).

Die Fauna des Südmeeres behandelten Hedley (294), die von Neuseeland Farquhar (204—206), und Dendy (148). Seeigel von Cap Horn beschrieb Perrier (530), aus der Magellanstrasse und Küste von Patagonien Bell (64). Die Echinoideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise sowie eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen littoralen Arten des amerikanischen Theils des Südmeeres gab Meissner (446).

Der Bau der Seeigel, die Morphologie, ist zuerst durch die berühmte Monographie von Tiedemann (642) im Jahre 1816 bekannt geworden. Vorher waren es nur kurze Angaben, die sich bei den einzelnen Autoren, von Aristoteles an, fanden. Diesem war, wie wir schon sahen, der Kauapparat mit den fünf Zähnen, der Schlund und Darm, und die fünf Eiersäcke bekannt. Rondelet und Aldrovandi gaben bereits Abbildungen dieser Theile. Eine Beschreibung der Zähne findet sich auch bei

Klein (340) in seiner Disposito Echinodermatum. Bei Tiedemann finden wir neben einer exacten Schilderung der groben Anatomie auch vorzügliche Situsbilder, von denen das Bild des an einer Seite geöffneten und auseinander geschlagenen Stein-Seeigels in die verschiedensten Werke Aufnahme gefunden hat, ohne dass die Quelle angegeben wäre.*) Im Jahre 1841 behandelte Valentin in der Monographie des Echinodermes von L. Agassiz die Anatomie der Gattung *Echinus*. In dieser Abhandlung sind das Skelett mit seinen Anhängen, das Gefässsystem, Geschlechtsorgane, ja selbst das Nervensystem und die Sinnesorgane geschildert worden, welches Krohn (362) kurz vorher entdeckt hatte. Immerhin war die Kenntniss der Anatomie der Seeigel noch sehr lückenhaft, sodass Bronn in der ersten Auflage dieses Werkes im Jahre 1860 sagen konnte: „Wie sorgfältig man aber auch die äusseren Charaktere der verschiedenen Sippen und Arten der Echinoideen verglichen und daraus auf die innere Organisation zurückzuschliessen bemüht gewesen — wie musterhaft auch die Arbeiten von Tiedemann, Valentin u. A. über die innere Anatomie der europäischen *Echini* (im engeren Sinne: *Toxopneustes lividus*, zuweilen verglichen mit *T. brevispinosus* und *Echinus melo* Lmk.) gediehen sind, deren Beschreibung jedoch selbst bei diesen verschiedenen Beobachtern sich (nicht immer zu Gunsten des letzten unter ihnen) bald direct widerspricht und bald wieder aus anderen ergänzt werden musste, — wie sehr sich noch zuletzt J. Müller bemüht, die Homologien unter den Echinoideen selbst wie mit anderen Echinodermen nachzuweisen oder einige der empfindlichsten Lücken in unserer vergleichend-anatomischen Kenntniss dieser Classe nach Weingeist-Präparaten auszufüllen, so besitzen wir doch zur Stunde noch keine vollständigere Anatomie irgend einer anderen Familie derselben und können über eine Menge von Verhältnissen selbst der gröberen Organisation nur hypothetisch sprechen.“ Erst in den siebziger Jahren wurden einzelne Arbeiten veröffentlicht, welche unsere Kenntniss in Einzelheiten vermehrten. Hier sind zu nennen die Abhandlungen von Hoffmann (310), Teuscher (636a) und Frédericq (231). Im Jahre 1883 folgten die Arbeiten von Köhler (337), weiter die von Prouho (556) über *Dorocidaris* und andere Echiniden des Mittelmeeres, und die Monographie von Hamann (290), in der sämmtliche Organsysteme der regulären wie irregulären Gattungen berücksichtigt wurden. Die Arbeiten der letztgenannten Forscher gingen zum ersten Male auf den feineren Bau der Organe ein und legten so den Grund für die Histologie, welche bisher noch ganz unbekannt war, was leicht erklärlich ist, wenn man bedenkt, dass der Untersuchung der Seeigel mit Hilfe der Schnittmethode viele Schwierigkeiten im Wege standen und erst mit Hilfe der neuen Conservirungsmethoden Resultate erwartet werden konnten. Weiter sind die einzelne seltene Gattungen

---

*) Meist findet sich unter dieser Abbildung die Angabe, nach Bronn, da sie in der ersten Ausgabe der Echinodermen auf Taf. 37 wiedergegeben ist.

behandelnden Abhandlungen von P. und F. Sarasin (590) über *Astheno-soma,* die von Bell (77) über *Phormosoma,* besonders aber das Werk Lovén's über *Pourtalesia* (404) hervorzuheben.

Ausser diesen die verschiedenen Organsysteme darstellenden Werken sind solche zu nennen, in denen nur einzelne Organe besprochen werden.

Das Skelettsystem ist uns erst in seiner wunderbaren Gestaltung durch die classischen Abhandlungen des grossen schwedischen Zoologen Sven Lovén (401) erschlossen worden. Neben ihm sind dann unter anderen die Namen von L. Agassiz (27) und Desor (28), Duvernoy (197), A. Agassiz (8 ff.), Lütken (420) und in neuerer Zeit Abhandlungen von Duncan und Sladen, Bell, Ludwig (408) und Anderen zu nennen. Die Kenntniss der Pedicellarien ist unzertrennbar verknüpft mit dem Namen Perrier's (521), der die erste umfassende Darstellung dieser Organe gegeben hat. Ihm sind dann eine grössere Zahl von Forschern gefolgt, die auch den feineren Bau und ihre Functionen untersuchten, wie Föttinger (221) und Hamann (290), welch letzterer eine grosse Anzahl von Sinnesorganen entdeckte und den Bau bis ins Einzelne klar zu stellen versuchte, und von Uexküll (661), der durch interessante Experimente die Wirkungsweise dieser Organe aufklärte. Eine neue Art von Hautorganen neben Stacheln, Pidecellarien und Sphäridien beschrieb Hamann (288) als Globiferen bei verschiedenen Gattungen.

Das Nervensystem bildete in seinem gröberen Bau die Untersuchungsobjecte vieler Forscher von Krohn (362) an. Speciell wurde es untersucht von Prouho (550), Hamann (290), Sarasin (587), die augenähnliche neue Organe beschrieben. Die Sphäridien entdeckte Lovén und erklärte sie als Sinnesorgane.

Das Wassergefässsystem wurde mit seinen einzelnen Theilen von folgenden Forschern untersucht: Stewart (624), Köhler (347), Niemic (505), Ludwig (417), Prouho (556), Hamann (290) und Russo (582).

Ueber das Blutgefässsystem und das angebliche Excretionsorgan, Herz vieler Autoren, handelten Abhandlungen von Köhler (342, 346), Cuénot (135, 136), Prouho (551, 553), Kowalevsky (361), Perrier (523 ff.), Sarasin (589).

Das Darmsystem, dessen Lage und Verlauf schon den älteren Zoologen bekannt war, wurde in seinem feineren Bau in den verschiedenen oben genannten grösseren Monographieen von Köhler, Prouho, Hamann u. A. geschildert; vor Allem ist die Abhandlung von Frenzel (233) zu nennen, der über den feineren Bau der Darmzellen neue Aufschlüsse gab.

Die Geschlechtsorgane und die Entwicklung der Geschlechtsproducte untersuchten besonders neben den Obengenannten Hamann (289, 290) Cuénot (138), Prouho (554), Field (214), Russo (582), Stewart (626), Andrews (34).

Die Entwicklungsgeschichte von der Reifung des Eies bis zur Bildung der Gastrula und Larvenform ist von einer sehr grossen Zahl von Zoologen bei verschiedenen Arten beobachtet worden. Hierzu kommen in

neuerer Zeit alle jene Abhandlungen, in denen die Eier und Samenzellen zu Bastardirungsversuchen benutzt wurden, oder zu entwicklungsmechanischen Untersuchungen dienten. Hier seien nur die folgenden Namen hervorgehoben: Joh. Müller (482 ff.), O. Hertwig (305), Fewkes (207, 208), Metschnikoff (448, 450 ff.), Selenka (607), Fleischmann (220), Bury (107), Fol (224), Driesch (162, 163, 164—171), Théel (637), Graf (248), Ziegler (699—702), Herbst (296—301), Loeb (379—387), Morgan (466—473), Seeliger (601—603), R. Hertwig (306), Hammar (291), Mac Bride (423), von Erlanger (202), Wilson und Mathews (636—689).

Mit biologischen und physiologischen Untersuchungen beschäftigten sich ausser Romanes und Ewart (576), Eisig (199), von Uexküll (657 bis 664), Prouho (558), John (328), Agassiz (23) und viele Andere.

Eine zusammenfassende Darstellung der Anatomie dieser Gruppe findet sich bei Cuénot (136), welcher zugleich seine Untersuchungen mit einflocht, eine ebenso eingehende kritische Darstellung in Arnold Langs vergleichender Anatomie 1886.

B. Morphologie.

I. Gesammt-Aussehen.

1. Form.

Bei allen lebenden Seeigeln lässt sich ohne Weiteres eine Centralaxe oder Verticalaxe unterscheiden, um welche sich die fünf Strahlen oder Radien gruppiren. Bei den regelmässigen Seeigeln geht diese Verticalaxe durch die Mitte der Bauchseite, durch den Mund und durch die Mitte des immer central gelegenen Scheitelfeldes. Die anscheinende Gleichwerthigkeit der fünf Strahlen erscheint bei regulären Formen, wie beispielsweise *Echinus*, durch den Umriss der Schale noch deutlicher ausgeprägt. Betrachtet man einen regulären Seeigel von oben oder unten, so tritt der Umriss der Schale, der Ambitus genannt wird, als Kreis oder als Fünfeck mit abgestumpften Ecken hervor, nur selten ist er mehr oval. Bei diesen Formen scheinen die Ambulacral- wie Interambulacralzonen unter sich gleichwerthig ausgebildet.

Bei den sogenannten unregelmässigen Seeigeln kann man eine Symmetrieebene oder Verticalebene sofort erkennen. Diese verticale Symmetrie- oder Mittelebene geht mitten durch den unpaaren Radius, den vorderen, und die ihm gegenüberliegende Interradialzone. In diesen hinteren Interradius ist der After zu liegen gekommen, während die Madreporenplatte in der rechten vorderen Scheitelplatte lagert. Vorn und hinten bestimmt sich nach der Lage des Mundes, der aus seiner centralen Lage auf der Bauchfläche in entgegengesetzter Weise wie der After verlagert ist. Bei diesen unregelmässigen Seeigeln ist der Ambitus symmetrisch gestaltet, von vorn nach hinten, also in der Richtung der Symmetrieebene verlängert, und zeigt eine bald eiförmige, bald mehr herzförmige Gestaltung.

Dass sich auch bei den regulären Seeigeln die Symmetrieebene nachweisen lässt, besonders wenn das Afterfeld aus dem Scheitel-(Apical-)Feld in einen Interradius, der der hintere ist, gerückt ist, werden wir später sehen.

Die Körpergestalt ist bei den regulären Formen mehr gewölbt, bei den unregelmässigen hingegen mehr abgeplattet. Höhe wie Umriss wechselt in mannigfaltiger Weise selbst innerhalb einer und derselben Gattung. Ein *Echinus esculentus* zeigt nahezu die Kugelform, auch sein

Ambitus ist kreisförmig; ein *E. acutus* besitzt hingegen eine mehr kuglig-konische Schale, während andere, wie *E. miliaris* oder *E. microtuberculatus*, bereits abgeflacht sind. Diese Abflachung in dorsoventraler Richtung zeigt sich in der Weise, dass die Höhe im Verhältniss zur Breite abnimmt. Bei der Gattung *Salmacis* unter den Echiniden ist die Schale beispielsweise breiter wie hoch. Die Ventralseite ist stets mehr abgeflacht, wie die Rückenseite.

Durch eine kuglige, an beiden Polen abgeflachte, sehr dickwandige Schale zeichnen sich die Cidariden aus. Bei den Echiniden ist der Ambitus kreisrund, bei Saleniden bald kreisrund, bald fünfeckig. Bei den Echinothuriden, deren Körper mehr abgeplattet ist und welche einen rundlichen, fünfeckigen Ambitus besitzen, fällt die Beweglichkeit der Schale in die Augen, deren Platten durch Muskeln verschiebbar sind und sich dachziegelartig mit ihren Rändern bedecken.

Die bilateralen (irregulären) Seeigel zeigen, von oben gesehen, meist herzförmige Schalen, wie besonders *Echinocardium* unter den Spatangiden. Ihr Körper ist in der dorsoventralen Richtung niedergedrückt, die Bauchfläche abgeplattet, die Rückenfläche mässig gewölbt Sie kann, indem die Ambulacra eine tief eingesunkene Rosette bilden, tiefe Einschnitte erhalten, wie sie bei der Gattung *Brissus* u. a. auftreten, oder wie bei *Schizaster,* wo das vordere Ambulacrum in einer tiefen, breiten Rinne liegt. Sehr abgeflachte Schalen finden wir unter den Scutelliden. Es sind niedergedrückte Seeigel mit abgerundetem Rande, deren Umriss meist elliptisch ist, wie bei *Echinocyamus*, oder solche von scheibenförmiger Gestalt und je einem Einschnitt in den beiden hinteren Ambulacralzonen, wie es bei *Echinodiscus* der Fall ist. Bei der Gattung *Echinarachnius* wiederum fehlen diese Einschnitte in der flach gedrückten Schale mit ihrer gleichmässig convexen Rückenfläche, während die Gattungen *Mellita*, *Rotula* u. a. durchlöcherte Schale und Einbuchtungen des Schalenrandes zeigen, wodurch dieser gefingert oder tief gelappt wird. Eine besonders merkwürdige Gestalt zeigt unter den Spatangiden die Gattung *Pourtalesia*, eine Tiefseegattung, mit länglicher, dünner, durchscheinender Schale, welche von oben betrachtet flaschenförmig erscheint, indem das Hinterende mit dem After flaschenhalsartig verlängert ist, während das vordere Körperende abgestutzt ist.

2. Grösse.

Die Grösse der regelmässigen Seeigel wird durch den Querdurchmesser der Schale angegeben, oder aber man misst Höhe und Breite der Schale. Bei den unregelmässigen Formen muss Länge wie Breite der Schale, und die Höhe gemessen werden. Die Grösse variirt zwischen etwa 1 cm und 25 cm. Arten der Gattung *Echinocyamus (Clypeastride)* haben eine Länge von 1 cm. Ein *Echinus acutus* erreicht eine Höhe von 8 cm bei 10 cm Querdurchmesser, während andere Vertreter

dieser Gattung, wie *E. esculentus*, eine Breite von 16 cm erreichen können, die Stacheln ungerechnet.

Unter den Echinometriden ist *Sphaerechinus granularis* mit 15 cm Querdurchmesser seiner Schale bei 12 cm Höhe wohl die grösste Art.

Unter den Spatangiden ist wohl die grösste Art in der Gattung *Spatangus* die Art *purpureus*. Dieser Seeigel wird bis 10 cm lang und bis über 9 cm breit, während seine Höhe 5 cm beträgt. Unter den Scutelliden werden Vertreter der Gattung *Encope*, wie *E. marginata*, über 12 cm lang, bei einer Breite von über 11 cm.

Der grösste Seeigel dürfte wohl unter der Tiefseegattung *Phormosoma* zu suchen sein. *Ph. hoplacantha* erreicht einen Durchmesser von 32 cm.

3. Farbe.

Die Seeigel zeigen uns im Allgemeinen dunkle, gemischt braune, violette und Oliven-Farben, aber auch rothe und grüne Färbung kommt vor. Es giebt solche von beinahe schwarzer Farbe, wie *Strongylocentrotus lividus* aus der Adria, während selten die reinweisse oder gelbliche Färbung zu beobachten ist, wie bei *Echinocardium cordatum*. Die Farbe ist über die Schale und Stacheln gleichmässig verbreitet oder die Schale zeigt eine von den Stacheln abweichende Färbung, wie bei *Brissopsis lyrifera*, die eine rothe Schale mit gelblichen Stacheln trägt. Meist sind die Stacheln besonders auffallend gefärbt. So zeigen sie bei *Sphaerechinus granularis* eine dunkelviolette Farbe, sind aber an der Spitze reinweiss, hier und da auch ganz weiss. Bei den Cidariden treffen wir prächtig bunte Stacheln mit Ringen in den verschiedensten Farben an. *Cidaris tribuloides* zeichnet sich durch seine grossen, cylindrischen, violetten Stacheln aus, die mit weissen und braunen Ringen geschmückt sind, während die kleinen Stacheln gelblichgrün mit brauner Spitze gefärbt sind. Unter den Diadematiden ist die Gattung *Centrostephanus* ihrer prächtigen Färbung wegen hervorzuheben. Die die Schale an Länge weit überragenden, langen, dünnen Stacheln sind violett und weiss geringelt. Aus den Tropen sind uns Seeigel bekannt geworden, die sich durch die grelle Farbe auszeichnen, wie sie den europäischen Formen im Allgemeinen mangelt. Durch die Sarasins ist eine neue *Astropyga* beschrieben und abgebildet worden, die im Leben völlig den Eindruck einer rothglühenden Kugel macht, namentlich stechen die Interambulacren durch ihre prachtvolle Färbung hervor und auf dem rothen Grunde glänzen die blauen Augen wie Saphire. Die Stacheln glänzen theils uniform rothbraun, theils sind sie mit helleren Ringeln geschmückt (Sarasin 587). Eine gleich prächtig gefärbte Echinothuride schildern und bilden diese Forscher ab, deren Stacheln rothbraun und in dem Ambitus mit violetten Spitzen geschmückt war, während die fünf Interambulacren himmelblau gefärbt erschienen.

II. Die Körperwand; Haut und ihre Schichten.

Die Körperwand, welche im Verhältniss zur grossen und geräumigen Leibeshöhle einen geringen Durchmesser besitzt, setzt sich aus dem Hautepithel, der Cutis und dem Cölomepithel zusammen. Auf ihr sind die verschiedensten äusseren Körperanhänge, wie Stacheln, Füsschen, Pedicellarien, Globiferen u. s. w., angebracht; in ihr, und zwar in der Cutis, der Bindesubstanzschicht, werden die Skeletttheile abgeschieden, die als Skelettplatten die feste Schale bilden und an bestimmten Stellen durchbohrt sind, so in den Genitalplatten, den Intergenital-(Ocellar-)Platten, im Peristomfeld durch die fünf Kiemenbäumchen und vor Allem auf den fünf Paaren der Ambulacralplatten. Durch diese Poren wird eine Communication hergestellt zwischen dem äusseren Medium, dem Meerwasser, und den inneren Organen (Steincanal-Wassergefässsystem); oder zwischen den Organen der Haut mit im Innern der Schale gelegenen Organsystemen (Füsschen-Wassergefässsystem, Kiemen-Leibeshöhle); oder aber zwischen der Epidermis und dem Nervensystem, indem die Nervenäste die durch die Poren zu den Füsschen ziehenden Wassergefässäste begleiten, oder aber, wie in den Intergenitalplatten, in dem Hautepithel enden (Fühler).

Die äussere Oberfläche, einschliesslich aller Erhebungen, wie Stacheln, Pedicellarien u. s. w., ist von der Epidermis überzogen, während die innere Oberfläche, sowie alle inneren Organe, von dem Cölomepithel überzogen werden. An den verschiedensten Stellen kommt es zur Bildung von selbstständigen Muskeln und Bändern, wie an den Stacheln, Pedicellarien u. s. w., an der Mundöffnung, dem Kauapparat und am After. Bei den Spatangiden ist zwischen den beiden Plattenreihen des hinteren unpaaren Interradius ein Muskelapparat beschrieben worden, der der Ringmusculatur der Körperwand der Holothurien zu entsprechen scheint.

1. Die Epidermis. Die äussere Oberfläche der Körperwand ist mit Wimpern bedeckt. Diese Thatsache soll nach Valentin*) bereits Ehrenberg entdeckt haben. Valentin selbst leugnet ein Wimperepithel ebenso wie Forbes. Nach der Darstellung von C. K. Hoffmann (310) ist die Körperoberfläche mit einem Flimmerepithel überzogen, das er immer an den Theilen, die zwischen den Stachelwarzen liegen, beobachten konnte. An den Stacheln fand er Flimmerepithel nur an der Basis, niemals an der Spitze, zuweilen fehlte es ganz. Joh. Müller (494, p. 138) hatte es hier bereits 1853 entdeckt und zwar an jungen Thieren *(Echinus pulchellus)*, während er an älteren keine Flimmerbewegung sehen konnte.

Das Körperepithel zeigt an den verschiedenen Stellen des Körpers verschiedenen Bau. Entweder zeigen die Epidermiszellen eine cylindrische

*) Valentin (667) p. 23; leider giebt er nicht an, wo Ehrenberg über die Wimpern bei Echiniden geschrieben hat. C. K. Hoffmann druckt diese Angabe aus Valentin ab, giebt aber ebenfalls keine Quellenangabe. Ich habe die Stelle trotz alles Suchens nicht finden können.

oder kubische Gestalt, oder sie sind mehr abgeplattet. Meist sind die einzelne Wimpern tragenden Zellen schlecht gegen einander abgegrenzt, die Zellgrenzen undeutlich. Hamann (288) fand zuerst im Epithel Epithelsinneszellen, das heisst Zellen, deren basale Fortsätze sich in Nervenfibrillen fortsetzen. Die Sarasins (587) bestätigten das Vorkommen solcher Zellen (vergl. unten Nervensystem).

Am ausführlichsten ist das Integument der Diadematiden durch P. und F. Sarasin (587) beschrieben worden. Die Epidermis wird bei *Diadema setosum* durch eine einfache Lage hoher Cylinderzellen dargestellt, die nicht unmittelbar aneinander stossen, sondern Intercellularbrücken zwischen sich lassen. Nach aussen werden sie von einer Cuticula bedeckt, die, von feinen Poren durchsetzt, eine Bekleidung von Wimpern trägt. Die proximalen Enden der Epidermiszellen sind unregelmässig gestaltet, indem sie sich in die darunter liegenden Zellenfortsätze einkeilen. Unterhalb dieser Zellschicht folgt nach Sarasin eine Zellschicht, die aus der Epidermis ihren Ursprung genommen hat. Diese Zellschicht besteht aus Zellen, die die gewöhnlichen Wimperzellen um das Doppelte an Länge übertreffen. Es sind theils Drüsen-, theils Epithelsinneszellen. In Fig. 2, Taf. II ist die Epithelzelle mit *ep*, die Drüsenzelle mit *dr*, eine Sinneszelle mit *sz* bezeichnet.

Die Drüsenzellen sind theilweise von schlauchförmiger Gestalt, mit einem Kern in der basalen bauchförmigen Erweiterung, während der Ausführgang zwischen den peripheren kurzen Zellen nach aussen mündet. Stellenweise bilden diese Drüsen eine dichte Schicht. Neben diesen Drüsen kommen solche mit schwarzem, körnigem Secret vor, sowie, wenn auch nur selten, zusammengesetzte, birnförmige Drüsensäckchen, die ein deutliches Innenepithel besitzen.

Die Sinneszellen werden wir weiter unten besprechen in Zusammenhang mit dem epithelialen Nervenplexus (s. Cap. Nervensystem).

Durch die Sarasins (587, 590) sind im Integument der Diadematiden Gefässe beschrieben worden, die mit einem unterhalb der Nervenschicht liegenden Gefässraume in Verbindung stehen sollen. Die Epidermiszellen stossen nicht mit ihrer ganzen Breite an die Cuticula an, sondern sie lassen dort kleine Zwischenräume zwischen sich, die kleine Gefässäste vorstellen, die unter der Cuticula beginnen und feine Röhrchen *r* darstellen und in dem unter dem Nervenplexus gelegenen Gefässraum *gef* münden, wie es die schematische Figur 2 auf Taf. II zeigt. Diese Gebilde sind auch von früheren Autoren gesehen worden, aber als Fasern, Stützfasern, die mit Epithelzellen in Verbindung stehen (Hamann), gedeutet worden. Die Gefässräume sind unregelmässige, nicht scharf umgrenzte Lücken in der Bindesubstanz. Auch Zellen (Blutkörperchen?) haben die Sarasins in ihnen angetroffen. Eine Stütze für ihre Ansicht, dass unterhalb des nervösen Hautplexus ein ausgedehnter Gefässraum liege, von dem aus unzählige kleine und kleinste Seitenästchen abgehen und sich bald verzweigend, bald ungetheilt zwischen

den Zellen der Epidermis durch zur Cuticula aufsteigen und sich dort öffnen, sodass die in ihnen enthaltene Flüssigkeit allenthalben unter der Cuticula sich ausbreite, glauben sie in folgender Beobachtung Perrier's (526) gefunden zu haben. Dieser Forscher hat nachgewiesen, dass bei kleinen Seeigeln, die er in gefärbtem Wasser leben liess, in sehr kurzer Zeit die Buccalmembran, die Tentakeln und die Ambulacralgefässe gefärbt waren. Er schloss daraus auf eine rapide Endosmose. Diese geht nach Ansicht der Sarasins durch die Poren der Cuticula und durch die feinen Gefässchen, die überall zu ihr aufsteigen, vor sich. In ihrer späteren Abhandlung über die Anatomie der Echinothuriden glauben sie sich ebenfalls von dem Vorhandensein der Canälchen überzeugt zu haben. Ihrer Deutung hat Prouho (556) widersprochen. Die Cuticula ist bei den Seeigeln porenlos, sie ist, wie er ausführt, eine solide Schicht. Ich muss mich Prouho anschliessen und glaube nicht, dass die Deutungen der Sarasins sich aufrecht erhalten lassen. Es handelt sich in allen Fällen um Fortsätze von Epidermiszellen (sog. Epithelstützzellen).

An dieser Stelle mag die Beobachtung derselben Autoren über „Lymphherzen" in der Haut Platz finden. Am Stiel der Giftköpfchen von *Asthenosoma* beobachteten sie, dass sich die Haut langsam hob und wieder senkte. Dadurch entstanden uhrglasförmige, helle Ausbuchtungen, die nach einiger Zeit wieder verschwanden. An den durchsichtigen Objecten sahen sie, dass die kleinen, platten Epidermiszellen an ihrer Basis mit theils einfachen, theils verästelten Zellen zusammenhingen, zwischen denen grosse Lücken frei blieben, in denen ab und zu Pigmentzellen lagen. Diese Zellen halten sie für contractile Bindegewebszellen und glauben, dass diese das Pulsiren der Hautstellen hervorzurufen im Stande seien. Diesen Stellen soll die Bedeutung von Lymphherzen zukommen.

Die Epidermis, sofern sie an besonderen Stellen oder Organen der Körperwand einen eigenen Bau zeigt, wie auf Stacheln, Pedicellarien, Globiferen, den Fühlern u. s. w., wird bei Schilderung dieser Organe besprochen werden.

2. Die Cutis oder Lederhaut, welche die Kalkplatten trägt, ist in der Mundhaut am besten in ihrem Bau zu untersuchen, da hier die Verkalkungen bei den meisten regulären Seeigeln nur in eingestreuten Kalkkörperchen bestehen und ein einfaches Fasergewebe erhalten geblieben ist. Die Bindesubstanz setzt sich aus einer zähflüssigen Grund-(Intercellular-)Substanz, Zellen und Fasern zusammen. Die Fasern sind zu Bündeln zusammengetreten, deren Verlauf wellenförmig ist. Diese Bündel können mit einander netzartig durchflochten sein. An jungen Thieren verfolgt man, wie Zellen der Bindesubstanz in Fasern auswachsen, mit einander verkleben und auf diese Weise die Fibrillenbündel entstehen. Die Verkalkungen entstehen in später zu schildernder Weise in der Intercellularsubstanz zwischen den Faserbündeln, die sie später in Maschen durchsetzen. Diese Art der Bindesubstanz ist die reticuläre und be-

sonders in dem Integument verbreitet. Sie stellt ein Stützgewebe für die Kalkplatten, das Skelett, dar. Eine andere Beschaffenheit zeigt die Bindesubstanz zwischen je zwei Kalkplatten; hier treten deutliche Fasern auf, welche wie Nähte die Platten mit einander verbinden. Während die in den netzförmig durchlöcherten Kalkplatten liegenden, meist drehrunden, dicken Bindesubstanzfasern einen hyalinen Bau zeigen, tritt an den als Zwischennähte zu bezeichnenden Fasern eine deutlich streifige Structur hervor. Die Cutis wird von der Epidermis durch eine Bindegewebsmembran (Prouho) abgegrenzt.

Die Zellen der Bindesubstanz treten in verschiedenen Formen auf. Diejenigen Zellen, welche als Bildnerinnen der Fasern anzusehen sind, haben an jungen Exemplaren eine sternförmige Gestalt, wie Fig. 8, Taf. VIII, an einem Verticalschnitt durch die entkalkte Ocellarplatte erkennen lässt. Die Zellen liegen in den Ecken des Maschenwerkes. An älteren Thieren sind sie, nach der Entkalkung der Haut, undeutlich und man trifft in der Grundsubstanz nur ihre Kerne an.

Eine besondere Zellart sind die Wanderzellen, die sich nach Amöbenart durch Ausstreckung und Einziehung kleinster Pseudopodien bewegen, wie ich besonders schön bei *Centrostephanus* in der Bindesubstanz der Pedicellarien beobachten konnte (290). Diese Wanderzellen zeichnen sich durch ihren gekörnten Inhalt aus, der ihren Zellleib ganz anfüllt. Prouho (556) beschreibt dieselben als maulbeerförmige Zellen (globules mûriformes), die besonders in der obersten an die Epidermis angrenzenden Schicht auftreten, aber auch zwischen die Epithelzellen hineintreten können.

Das Pigment, welches die Farbe der Thiere bedingt, ist entweder in Gestalt von Haufen bräunlichen oder anders gefärbten Körnchen vorhanden, wie die verschiedenen Forscher angeben, oder aber in besonderen Pigmentzellen angehäuft, die in der obersten Schicht der Cutis angetroffen werden oder selbst im Epithel liegen können.

An der Mundhaut kann man nach Hoffmann (310) eine äussere Pigmentschicht in der Cutis unterscheiden, und eine zarte, innere, an Pigmentkörnern reiche Schicht. An den Pigmentzellen am Munde beobachtete Hoffmann deutlich die stark ausgeprägten Bewegungen. Diese amöboiden Zellen beobachtete Hamann (290) an den Stielen der Globiferen und Pedicellarien von *Sphaerechinus granularis* und *Centrostephanus*. Die amöbenähnlichen Zellen der letztgenannten Art sind mit gelben oder rothen Pigmentkörnchen angefüllt und zeigen den Kern als hellen Fleck in der lebenden Zelle. Sie haben bald eine sternförmige Gestalt, indem ihr Zellleib in fingerförmige Fortsätze nach allen Richtungen verlängert ist, während der Kern in der Mitte lagert, oder aber die Fortsätze sind eingezogen. Fig. 10, Taf. IV zeigt solche Pigmentzellen von *Centrostephanus*.

Ausser den gewöhnlichen spindligen oder sternförmigen Zellen, den Wanderzellen und Pigmentzellen, traf ich besonders im Umkreis der

Lakunen, aber auch an anderen Stellen der Bindesubstanz eine vierte Zellart, amöboide Zellen, die nach Form und Grösse mit den in der Blutflüssigkeit auftretenden Zellen übereinstimmt.

List (378) fand in den Kernen der Wanderzellen Proteinkrystalloide, deren Entwicklung er vom ersten Stadium an beobachten konnte. Krystalloide, die durch ihren Glanz scharf in den Pigmenthäufchen, wie sie beispielsweise bei *Sphaerechinus granularis* im Radialnerven vorkommen, hervortreten, hatten bereits Cuénot (136) und später Leipoldt (374) gefunden. List fand sie hier, wie in allen Organen und Geweben, vereinzelt zwischen den Pigmenthaufen eingestreut liegen, die aus Wanderzellen entstanden sind, wie Prouho (556) und Leipoldt angeben. Während aber Cuénot (136) in den Wanderzellen (Amöbocyten, *amibocytes incolores* von Cuénot), welche aus dem Septalorgan stammen, Granula und Krystalloide sich bilden lässt, zeigte List, dass sie im Zellkern selbst entstehen und eine Umbildung der gesammten Kernsubstanz darstellen. Diese Zellen besitzen nur wenig Zellsubstanz. List hält es für wahrscheinlich, dass die Krystalloide sich schliesslich in Pigmentkörner umwandeln.

Eine besondere Art der Bindesubstanz werden wir bei der Schilderung der Pedicellarien kennen lernen, wo sie eine gallertartige Consistenz annimmt und äusserst elastisch ist, wie in dem Ligament dieser Organe. Das Cölom- oder Peritonealepithel wird weiter unten bei der Schilderung der Leibeshöhle besprochen werden, und die bei einigen Gruppen vorkommende Musculatur wird in dem Abschnitt Hautmusculatur näher geschildert werden.

III. Hautskelett.

Das Kalkskelett der Körperwand liegt in seiner Bildungsstätte, der Cutis, und wird auch da, wo es in Gestalt von Stacheln u. s. w. der Körperwand aufsitzt, von der Epidermis überzogen. Unterhalb der Epidermis ist gewöhnlich eine geringe unverkalkt gebliebene Bindesubstanzschicht erhalten geblieben. Wir unterscheiden auch bei dieser Echinodermengruppe das Hauptskelett, das heisst die tiefer gelegenen Kalkplatten, welche die Schale der Körperwand zusammensetzen, von den ihr aufsitzenden äusseren Skelettstücken, die als Stacheln, Pedicellarien, Globiferen, Sphäridien u. s. w. bezeichnet werden, und den Skelettstückchen von mikroskopischer Kleinheit, wie sie in den Saugfüsschen und in der Mundhaut auftreten.

A. Die äusseren Skelettanhänge.

1. Stacheln.

Die Stacheln kommen in allen möglichen Formen und Grössen bei den Seeigeln vor. Sie stehen sowohl auf den Ambulacral- wie Interambulacralplatten, am häufigsten jedoch auf letzteren. Es sind beweg-

lich eingerenkte Gebilde, die, wie bei *Lovenia,* die Gestalt feiner langer Borsten haben können, oder eine cylindrische Form besitzen, wobei das Ende zugespitzt sein kann. Ihre Oberfläche kann glatt, gekörnt oder mit Fortsätzen versehen, das heisst bedornt oder gestreift sein. Am kräftigsten gebaut sind die Stacheln der Cidariden, die das Aussehen einer Keule haben können, oder auf ihrem Ende ein napfähnliches Gebilde tragen. Pilzhutartige Stacheln kommen bei *Aceste* vor. Bei den Phormosomen sind die Stacheln becherförmig erweitert. Bei anderen Gattungen ähneln sie Rudern, oder sie sind plattenförmig. Gewöhnlich sind die Stacheln solid, bei einzelnen aber ist ein centraler Hohlraum vorhanden, der von der unverkalkten Bindesubstanz ausgefüllt wird (Scutelliden). So sind auch bei *Centrostephanus* die schlanken Stacheln hohl. Bei den Echinothuriden tragen die Stacheln Giftköpfchen (s. unten).

Die Stacheln, wie alle Skeletttheile, bestehen aus einem Gitter- oder Maschenwerk von Kalk, dessen Hohlräume bald sehr gross sein können, bald aber fast vollständig verschwinden. Die erste genaue Schilderung gab Valentin, dem Giesbrecht (246), Mackintosh (424), A. Agassiz (8 ff., 17), Bell (72), Stewart (623), Prouho (556) u. A. folgten.

Das Material, aus dem die Stacheln, wie überhaupt das ganze Skelett gebildet wird, ist eine eigenthümliche Mischung von Calciumcarbonat mit organischer Substanz (G. Rose, Die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde, Abtheilung 2, II.), nämlich Calcit, wie Leydolt (377) und jüngst Kelly (336) fanden. Die Structur der Stacheln ist bei den einzelnen Gattungen und Arten derartig constant, dass man aus Quer- und Längsschnitten eines Stachels oft die Art mit einer gewissen Sicherheit bestimmen kann. Mehrere Tafeln mit solchen Querschnitten finden sich in den Challenger-Echiniden von Agassiz (17). Die Kalksubstanz ist in den Stacheln meist strahlenförmig um eine centrale Kalkachse angeordnet. Die Anordnung ist oft sehr complicirt und muss auf die Specialwerke verwiesen werden. Bei den Cidariden ist nach Prouho (556) ein Hauptstachel aus drei Schichten zusammengesetzt, aus der centralen Markschicht (moelle), die ein unregelmässiges Gefüge hat, einer Mittelschicht (couche moyenne) mit strahliger Anordnung, und der Rindenschicht, die die äussere Gestaltung bedingt.

Die Festigkeit der Stacheln kann sehr verschieden sein. Die Stacheln der Spatangiden sind sehr zerbrechlich. Ein anderes Extrem zeigen die besonders harten und spitzen Stacheln einer *Arbacia* oder eines *Strongylocentrotus.*

Bei ein und derselben Art finden sich Stacheln verschiedener Grösse. So werden bei den Cidariden die in geringer Zahl vorhandenen grossen, kräftigen Stacheln von kleineren umgeben. Nur *Arbacia* zeigt seine Schale mit gleichlangen Stacheln dicht besetzt. Bei ihr fehlen die kleinen secundären Stacheln.

Die Stacheln sind stets beweglich auf einem bald grossen, bald kleinen Gelenkhöcker oder einer Stachelwarze, die sich als eine warzenförmige Erhebung der Kalkplatte darstellt, befestigt.

Die Gelenkhöcker oder die Stachelwarzen hat man in grosse oder Hauptwarzen, in mittlere oder kleine, und endlich in hirsenförmige Wärzchen eingetheilt. Die Vertheilung der Hauptwarzen im Verhältniss zu den kleineren erfolgt nach gewissen Regeln bei den einzelnen Gattungen. In der Regel stehen sie in 1—4 Querreihen auf jedem Täfelchen und nimmt ihre Anzahl mit ihrer Kleinheit zu. Die grossen Warzen stehen in meridionalen Reihen, je minder zahlreich sie sind, wie es besonders gut bei den Cidariden zu beobachten ist. Bei einzelnen dieser Familie kommen nur 4—5, je eine grosse Stachelwarze tragende Haupttäfelchen in jeder der 2 Reihen des Interambulacralfeldes vor und ausserdem nur Warzen dritter Grösse und hirsekornkleine Wärzchen auf der ganzen Schale, während in anderen Familien die Zahl der Stachelwarzen erster Ordnung auf jedem Täfelchen bis über 40—50 und in jedem der 10 meridionalen Felder auf 1000—2000 steigen kann. Bei den meisten Spatangiden trägt das hintere Interambulacralfeld durch Grösse und symmetrische Vertheilung ausgezeichnete Stachelwarzen. Diesen Theil des wohlbegrenzten Feldes hat man Sternum genannt. Der Grösse der Stachelwarzen entsprechen die Stacheln, sodass zu grossen Warzen grosse, zu kleinen kleine Stacheln gehören.

Man unterscheidet an einer grossen ausgebildeten Stachelwarze den halbkugligen, glatten Gelenkkopf, der auf der breiteren Endfläche eines kurz abgestutzten Kegels als Unterlage ruht, dessen durch die Abstutzung entstandener Rand einfach oder gekerbt sein kann. Die Basis des Kegels breitet sich in ein glattes, kreisrundes oder elliptisches „Höfchen" aus, das wieder durch einen Kranz kleiner Körnchen, den Warzenring, von der übrigen Oberfläche abgegrenzt ist.

Bei den Cidariden, Diadematiden, Echinothuriden, Clypeastriden und Spatangiden zeigt die Oberfläche des Gelenkkopfes eine central gelegene Vertiefung ebenso wie die Gelenkpfanne; beide Vertiefungen dienen einem kurzen bindegewebigen Ligament zur Anheftung.

Der Stachel zeigt oberhalb der Gelenkpfanne einen rauhen, vorspringenden Rand, an dem die Musculatur befestigt ist, die andererseits im Umfang der Stachelwarze inserirt. Fig. 3, Taf. II giebt eine Vorstellung dieser Einrichtung.

Der Stachel wird vom Epithel überzogen, in dem Pigmentzellen vorkommen; dieses Oberflächenepithel trägt Wimpern, bei *Sphaerechinus granularis* nach Hamann (290) aber nur theilweise, da die wimpernden cubischen Zellen in Längsreihen angeordnet stehen. Im Allgemeinen ist die Epidermis bei jungen Thieren mit Flimmerhaaren besetzt, die im Alter fehlen. Gewöhnlich ist der basale Theil mit solchen Wimperzellen versehen, während die Spitze ihrer entbehrt.

Nach Joh. Müller fehlen den Stacheln von *Schizaster canaliferus* die Wimpern.

Die Musculatur, welche den Stachel auf dem Gelenkhöcker bewegt, bald senkrecht aufrichten oder wagerecht umlegen kann, besteht

aus zwei Schichten, einer äusseren und einer inneren, die den Gelenkhöcker wie ein doppelter Mantel umgeben. Auf dem Längsschnitt Fig. 3, Taf. II sind sie mit M_1, M_2 bezeichnet. Die äussere Schicht, Musculi motores externi aculei, besteht aus kräftigen, durchsichtigen Fasern, die meist zu Strängen angeordnet sind, während die Fasern der inneren Schicht, Musculi motores interni aculei, eine mehr weisse Farbe haben. Beide Schichten sind schon lange bekannt, wurden aber bisher anders gedeutet. Die innere Schicht wurde als Gelenkkapsel bezeichnet, deren elastische Fasern bindegewebiger Natur sein sollten. Diese Deutung wurde noch von Cuénot, Prouho, Hoffmann und mir der inneren Schicht gegeben. Uexküll (662) ist der erste, welcher die musculöse Natur vertritt, und muss ich mich ihm anschliessen. Während die äusseren Muskelfasern eine schnelle, kräftige Bewegung auszuführen im Stande sind, können die der inneren Schicht, die nur schwer in Tonus gerathen und deren Tonus sich nur langsam löst, den Stachel in jeder gegebenen Lage festhalten. Er schlägt deshalb für sie den Namen Sperrmusculatur, für die äussere den Namen Bewegungsmusculatur vor.

Der feinere Bau der beiden Schichten, wie ich ihn (290) geschildert habe, spricht dafür, dass wir es mit echten Muskelfasern zu thun haben. In Fig. 8 auf Taf. II sind Fasern der äusseren und solche der inneren Schicht abgebildet. Sie unterscheiden sich nur durch die Durchmesser von einander. In beiden Fällen sind es glatte Muskelzellen, denen der Zellkern, von wenig Zellsubstanz umgeben, in der ungefähren Mitte der contractilen Substanz aussen aufliegt, während bei der bipolaren Bindegewebszelle der Kern central gelegen ist. Jede Muskelfaser ist an ihren beiden Enden zerfasert. Mit diesen Enden setzt sie sich an den Gelenkhöcker und der Gelenkpfanne fest. Wie Querschnitte durch die Stachelbasis eines *Sphaerechinus* zeigen, kann die Musculatur in Falten gelegt sein, sodass ihre Wirkung verzehnfacht ist.

Uexküll (662) weist darauf hin, dass die relative Dicke der beiden Muskelschichten ein gutes Maass für die Schnelligkeit des Thieres sei. Bei *Centrostephanus,* dem Renner unter den Seeigeln, ist die äussere Muskelschicht, die Bewegungsmusculatur, extrem ausgebildet, während die träge *Dorocidaris* sehr starke Sperrmuskeln aufweist.

Zwischen der Epidermis und der äusseren Muskelschicht, aber noch im Epithel liegend, verläuft an der Basis des Stachels ein Nervenring, der ihn rings umgiebt. Er wurde zuerst von Hamann 1886 (288, 290) entdeckt, und unabhängig fast zu gleicher Zeit von Prouho (550) ebenfalls beschrieben. Sein Vorkommen bestätigten P. und F. Sarasin bei Arten aus Ceylon. Fig. 3, Taf. II zeigt ihn durchquert, *quNg.* Ueber diesem basalen Nervenring ist die Epidermis stark verdickt und sind die Zellen lange, haarförmige Cylinderzellen, die auf ihren freien Enden lange Wimperhaare tragen (Hamann).

Die Nebenstacheln von *Dorocidaris papillata.*

Bei allen Cidariden besitzen die kleinen Stachel, welche theils die Hauptstacheln wie eine Schutzwehr an der Basis kreisförmig umgeben, theils auf den Ambulacralplatten in Längsreihen stehen, die Genital- und Afteröffnungen, die Ocellarplatten u. s. w. umgeben, eine Einrichtung, wie sie sonst bei keiner anderen Familie gefunden worden ist. Diese Einrichtung wurde bei *Dorocidaris papillata* von Hamann (288) beschrieben. Am lebenden Thiere zeigt der basale Theil der Stacheln ein flaumartiges Aussehen, das von einer Unmasse von grossen Drüsenzellen herrührt. Besonders auf der einen Seite des Stachels ist das Epithel stark angeschwollen; nach der Spitze zu verstreicht diese Anschwellung nach und nach. Am lebenden Stachel zeigen sich helle, farblose, zarte Gebilde, die von der Fläche gesehenen Drüsenzellen. Die Oberfläche des Stachels ist bis zu seinem Ende mit Wimpern bedeckt. An der Spitze fand ich starre, unbewegliche Wimpern. Fertigt man Längsschnitte durch einen entkalkten Stachel, so erkennt man, dass die Anschwellung von einer Verdickung der Cutis, der Bindesubstanzschicht, bedingt ist, die hügelartig hervorgewölbt ist, sodann von einer Verdickung des Epithels. Dieses setzt sich zusammen aus Epithelzellen und Drüsenzellen. Die letzteren sind schlauchförmig gestaltet, von einer Membran umgeben; ihr Zellleib ist angefüllt von stark lichtbrechender, körniger Masse. Eine grosse Zahl von Flimmerzellen besetzt ihr freies Ende (Fig. 5, Taf. II). Sie sitzen auf einer glasighellen Cuticula. Zwischen den Drüsenzellen, deren Inhalt Farbstoffe stark aufnimmt, liegen die gewöhnlichen Epidermiszellen von fadenförmiger Gestalt mit einem ovalen Kern. Der periphere Fortsatz trägt eine Geissel, während der basale meist als Stützfaser aufzufassen ist. In einzelnen Fällen glaube ich behaupten zu können, dass sich der dann besonders feine Fortsatz verästelt und mit Nervenfibrillen, die unterhalb des Epithels verlaufen, in Verbindung tritt (Fig. 6, Taf. II). Nervenzüge konnte ich in allen Stacheln nachweisen. Prouho (556) hat dieser Darstellung Hamann's widersprochen. Die Epithelzellen (Stützzellen) sind nach ihm durch mit Flüssigkeit erfüllte Zwischenräume und grosse Lücken getrennt, die mit den Wanderzellen angefüllt sein sollen, eine Deutung des Baues, wie sie wohl kaum aufrecht erhalten werden kann.

Die rotirenden Dorsalstacheln von *Centrostephanus longispinus.*

Eins der zierlichsten Bilder gewährt dieser Seeigel nach Hamann (289), wenn man ihn im Glasgefäss lebend beobachtet. Mag er in Ruhe sein, oder sich schnell vom Orte bewegen, immer sind auf der Rückenfläche im Umkreis des Afters auf der dunkelbraun bis schwärzlich gefärbten Rückenfläche der Interambulacren ungefähr 15 prächtig gefärbte Stacheln zu sehen, die sich fortwährend drehend bewegen und dabei mit ihren

Spitzen einen Kreis beschreiben. Stört man einen dieser 1—3 mm langen Stacheln in seiner Bewegung, so hält er plötzlich an, um in entgegengesetzter oder derselben Richtung von Neuem zu rotiren. Der Bau dieser Gebilde ist nach Hamann folgender: die Spitze und obere Hälfte eines Stachels ist lila, der untere Theil weiss gefärbt, während ihre Basis dunkelbraune Pigmentzellen trägt. Die Oberfläche besitzt eine geringe Wimperung. Uhrglasförmige Hervorwölbungen, die mit unbeweglichen, starren Härchen besetzt sind, treten in grösserer Anzahl auf.

Das Epithel des Periproktes ist besonders reich an Nervenfasern. Sie verlaufen zwischen den basalen Fortsätzen der Epithelzellen. An der Basis des Stachels kommt es zur Bildung eines Nervenringes, von dem Fasern zur Musculatur und bis zur Spitze sich verfolgen lassen. Die Musculatur, die innen vom Epithel liegt, besteht aus einem starken Muskelcylinder, der die Stacheln wie ein Mantel bis zur halben Höhe umgiebt. Dieser Muskelcylinder setzt sich aus quergestreiften Fasern zusammen, die feinen Fäden gleichen. Ein ovaler Kern, der ein deutliches Gerüstwerk zeigt, liegt, von wenig granulirter Substanz umgeben, der Faser aussen auf. Die innere Muskelschicht ist schwach entwickelt. Auf die Physiologie dieser Stacheln kommen wir weiter unten näher zu sprechen im Anschluss an die schönen Abhandlungen von von Uexküll, der meine Angaben (660) über die Bewegung dieser rotirenden Stacheln bestätigen konnte.

Die Giftstacheln oder Giftköpfchen der Echinothuriden.

Durch P. und F. Sarasin wurden bei *Asthenosoma* besondere Stacheln bekannt, die einen Giftapparat besitzen. Berührt man ein lebendes Thier dieser Gattung, so fühlt man einen brennenden Schmerz, der von den in Hautscheiden eingeschlossenen Stacheln und den in regelmässigen Alleen auf den Interambulacren verlaufenden gestielten Giftköpfchen herrührt, die auch an anderen Stellen des Körpers hin und wieder zerstreut stehen. In Fig. 7, Taf. II ist ein solches abgebildet. Es ist in ganzer Länge von einem feinen Stachel durchsetzt, dessen Spitze kaum aus der weichen Hülle hervorschaut. Der ganze hohle Endtheil des Stachels wird von einem Beutel *gb* umschlossen, der aus circulär verlaufenden Fasern besteht. Am unteren Ende des Beutels durchsetzen diese Fasern die Poren des Stachels und bilden eine dichte Membran. An der Spitze des Beutels ist eine Oeffnung, durch die der Stachel nach aussen treten kann; ausgekleidet wird er von einem niedrigen Epithel. Sein Inhalt besteht aus durchsichtigen, in einer hellen Flüssigkeit schwimmenden Bläschen, die vom Innenepithel geliefert worden sind. Um den Giftbeutel herum liegt eine kräftige Musculatur, deren Fasern am Stachel und Giftbeutel inserieren. Aussen wird sie von einem Plattenepithel, in dem zahlreiche Pigmentzellen liegen, überzogen, das eine Anzahl von Längslinien in regelmässigen Abständen zeigt, die davon herrühren, dass hier das Epithel verdickt oder rinnenartig eingesenkt ist. Unterhalb der

Epithelstreifen verläuft ein Nervenzug. Diese von Sarasin beobachteten Längsstreifen oder Nervenleisten sind dieselben Gebilde, wie sie Hamann (290) von anderen Seeigelstacheln beschrieben hat.

Dieselben Giftbeutel sind auch den grösseren Stacheln eigen, doch fehlt ihnen die Musculatur.

Die Entleerung des Giftes erfolgt nach Sarasins in folgender Weise. Wenn sich die Muskeln contrahieren, so wird der Giftbeutel nach unten gezogen und die scharfe Spitze des Stachels entblösst sich. Zugleich wird das im Beutel enthaltene Secret durch die grossen, an der Basis des im Giftsacke eingeschlossenen Stacheltheils liegenden Poren in diesen hineingepresst und spritzt durch die an der frei gewordenen Spitze befindlichen Oesen nach aussen. Die Spitze selbst besitzt eine ausserordentlich scharfe Schneide, einem feinen Messer vergleichbar. Wenn die Entleerung thatsächlich so vor sich geht, wie hier geschildert ist, die Stachelspitze hohl ist und eine Oeffnung besitzt, so ist sie fundamental verschieden von der Entleerung der Giftsäcke der Pedicellarien, wie ich sie geschildert habe und von Uexküll bestätigt hat. (Siehe unten.)

Die Clavulae der Fasciolen oder Semiten (Saumlinien).

Bei den Spatangiden finden sich auf der Oberfläche eigenthümliche bandförmige Streifen, die bald auf dem Rücken, bald am After besondere Felder umgrenzen. Diese Streifen oder Bänder sind mit kleinen Stacheln, deren Enden meist keulenförmig verdickt sind, besetzt, die dicht gedrängt nebeneinander stehen und in Linien angeordnet sind. Diese kleinen Clavulae bestehen aus einem Stiel und einem bei Schizaster löffelförmig verbreiterten Ende, in das sich der Kalkstiel verbreitert fortsetzt und von einer blasigen, bindegewebigen Zellsubstanz umhüllt wird. Dieses löffelförmig verbreiterte Ende überzieht ein wimperloses Plattenepithel, während die Epithelzellen des Stieles mit langen Wimpern versehen sind (Fig. 5, Taf. IV). Solche Fasciolen kommen nach Lovén (401) nur den Ananchytiden und den Spatangiden zu. Philippi (539) und Joh. Müller (495) nannten diese Streifen Semitae, während Agassiz den Namen Fascioles einführte, den auch Lovén adoptirte. Nach L. Agassiz unterscheidet man peripetale Fasciolen, welche die petaloiden Ambulacren umgeben; interne, welche den Scheitel mit dem vorderen Ambulacrum umziehen; marginale, welche den Körper in halber Höhe umkreisen; subanale, die quer unter dem After gelegen, einen Ring bilden; laterale, ebenso gelegen, jedoch an der rechten und linken Seite des Körpers nach vorn aufsteigend, um sich dort von unten her mit den marginalen zu vereinigen. Der Verlauf der Fasciolen bei den verschiedenen Gattungen ist bei Lovén (401 p. 61 ff.) näher geschildert. Entkalkt man Theile der Rückenwand mit einer von Stacheln gebildeten Fasciole und untersucht sie auf Schnitten, so sieht man, wie sie nicht auf über die Oberfläche hervorragenden Stachelwarzen eingerenkt sind,

sondern wie ihr Kalkstab unterhalb der verdickten Epithelschicht in der Bindesubstanzschicht durch ringförmig angeordnete Muskelfasern befestigt ist und bewegt werden kann (Hamann).

Das Körperepithel ist nach meinen Untersuchungen auf den Fasciolen beträchtlich höher als an anderen Körperstellen, da in ihnen die Hautnerven zu einer ungewöhnlich reichen und starken Entwicklung gelangt sind. Die Zellen, welche das Epithel bilden, sind von spindliger Gestalt: ein kurzer Fortsatz geht zur Oberfläche, während nach der Basis zu ein langer, hyaliner Fortsatz die Nervenfasermasse durchsetzt und sich bis zur Basalmembran verfolgen lässt. Neben diesen Epithelzellen treten solche hervor, deren basale Fortsätze sich zwischen den Nervenfibrillen verzweigen.

Ueber die Function der Fasciolen sind verschiedene Meinungen geäussert worden. Die starke Entwicklung der Nervenzüge deutet darauf hin, dass sie einen hohen Grad von Sensibilität besitzen, ähnlich wie die Stacheln. Berührt man eine der Clavulae, so treten die benachbarten sofort in Bewegung (Cuénot). Durch die lebhafte Wimperung ihrer Epithelzellen wird ein mehr oder minder starker Wasserstrom längs der Körperoberfläche in Bewegung gehalten, eine Einrichtung, die wohl mit der Lebensweise dieser Thiere — sie sind an die Schlammgründe gebunden — zusammenhängen dürfte. Nach Cuénot erzeugen sie einen Wasserstrom in dem die Schale umgebenden Schlamm und tragen so zur Respiration der petalen Ambulacralanhänge bei. Die in der Nähe des Afters liegenden Fasciolen, wie besonders die infraanalen, lateralen u. s. w., bewirken jedenfalls durch den Wasserstrom, den sie erzeugen, dass die Afteröffnung von den durch sie entleerten Excrementen frei gemacht wird.

Als verkümmerte Stacheln sind wohl die Protuberanzen anzusehen, wie sie bei vielen Echiniden an besonderen Stellen die Schale besetzen. Diese werden unter dem Namen Epistrom nach Lovén zusammengefasst. Solche Protuberanzen umstehen als kuglige Gebilde die Stachelwarzen und sind sowohl in den Ambulacren, als auch in den Interradien zwischen den Stacheln zerstreut. Ihre Gestalt kann sehr wechselnd sein (Fig. 9 u. 10, Taf. II).

2. Die Pedicellarien.

Die als Pedicellarien bezeichneten Greifzangen der Seeigel sind im Gegensatz zu den gleichnamigen zweiarmigen Organen der Seesterne stets dreiarmig. Wir finden sie bald als millimetergrosse Gebilde, bald als centimetergrosse, und dann von sehr complicirtem Bau. Ihr Körper setzt sich aus dem Kopftheil, der aus drei, selten vier verkalkten Zangen besteht, und dem drehrunden, mehr oder minder langen Stiel zusammen, mit dem sie auf der Schale aussen befestigt sind. Im Stiel befindet sich ein central gelegener Kalkstab. Ausser dem Kalkskelett, das in der Bindesubstanzschicht ihrer Haut sich bildet, besitzen sie einen Weich-

körper, der sie als Epithel überzieht, eine Musculatur, welche die Arme der drei Zangen gegen einander bewegt, und eine Musculatur, mit deren Hilfe der Stiel auf der Kalkschale des Seeigels bewegbar eingerenkt ist. Hierzu kommen Drüsen der verschiedensten Art, welche entweder in den Greifarmen, oder auch am Stiel angebracht sein können.

Die Geschichte der Pedicellarien ist bereits, soweit sie die Seesterne betrifft, im ersten Buche geschildert worden, sodass hier nur das die Organe der Seeigel Angehende hervorgehoben zu werden braucht. Durch J. von Uexküll (661) ist in dessen Physiologie der Pedicellarien eine ausführliche Darstellung der Untersuchungen gegeben worden, auf die verwiesen sein mag.

Der Entdecker der Pedicellarien der Seeigel ist Baster (52) gewesen, der sie im Jahre 1762 zuerst gesehen hat. Nach ihm hat Monro (465) sie genauer beschrieben. Er schildert ihre Bewegungen, die sie, zwischen den Stacheln stehend, im Stande sind auszuführen. Die erste Eintheilung dieser Gebilde gab O. F. Müller (501). Die wahre Natur dieser Organe war ihm aber entgangen, denn er schilderte sie als Parasiten, eine Ansicht, der später noch Cuvier und Lamarck sich anschlossen. Beide hielten sie für Polypen. In der Monographie Tiedemann's (642) werden sie als Körperanhänge beschrieben, ebenso von Delle Chiaje (145), Blainville (91) und besonders von Sars (591), der die Parasitenansicht endgültig zurückwies. Einen Rückschritt in der Erkenntniss dieser merkwürdigen Organe bedeutet das Werk von Forbes (225), das 1841 erschien. Das folgende Jahr brachte die Abhandlung von Valentin (667) und das System der Seesterne von Joh. Müller und Troschel. Durch Perrier's Werk über die Pedicellarien, das 1863 erschien, wurde die Grundlage für unsere Kenntniss des Skelettbaues dieser Organe gelegt. Im Jahre 1880 untersuchte Foettinger (221) die sogenannten globiferen Pedicellarien von *Sphaerechinus granularis* und beschrieb die Drüsen an ihren Stielen, nachdem bereits Sladen (614) dieselben aufgefunden hatte.

Eine umfassende Untersuchung der Histologie der Pedicellarien gab ich 1887, indem ich diese Organe bei einer grossen Zahl von Seeigeln untersuchte. Die bisher unbekannten Sinnesorgane, Nerven, Drüsen und den feineren Bau der Musculatur schilderte ich in ausführlicher Weise. In neuester Zeit hat J. von Uexküll eine grundlegende Abhandlung über die Function veröffentlicht, in der er auch Einzelheiten über ihren Bau einflocht. Auf diese ausgezeichnete Abhandlung wird am Schlusse der Schilderung des anatomischen Baues eingegangen werden.

Nach der Eintheilung von Valentin unterscheidet man vier Arten von Pedicellarien, die *P. ophiocéphales*, *tridactyles*, *gemmiformes* und *trifoliés*. Selten kommen sämmtliche vier Arten bei ein und derselben Art zusammen vor. — Der ersten Art entsprechen die *P. triphyllae*, der zweiten die *P. tridentes*, der dritten die *P. globifera* von O. F. Müller. Die Eintheilung Valentin's empfiehlt sich noch heute beizubehalten. Ich

setze die Namen, wie sie von Uexküll nach der Function gewählt hat, daneben. Wir unterscheiden:

1. *Pedicellariae gemmiformes*, Giftzangen, mit Kalkstiel, der bis zur Basis der drei kurzen, birnenförmigen, dicken Greifzangen reicht.
2. *Pedicellariae tridactylae*, Klappzangen, mit Kalkstab, nur bis zur Hälfte des Stieles reichend; mit drei langen, schmächtigen Greifzangen.
3. *Pedicellariae ophiocephalae, seu buccales*, Beisszangen, mit Kalkstab, der nur einen kleinen Theil des Stieles durchzieht; mit löffelförmigen, gezähnten Greifzangen.
4. *Pedicellariae trifoliatae*, Putzzangen, mit Kalkstab, der sich im basalen Theile des Stieles findet; mit drei blattähnlichen kleinen Greifzangen.

Es lassen sich alle bekannten Pedicellarien in eine dieser Gruppen einreihen. Die von Köhler (347) beschriebenen *P. tetradactyles* von *Schizaster canaliferus* L. Agassiz sind als eine Varietät der tridactylen Pedicellarien anzusehen, denen sie im Habitus gleichkommen. Pedicellarien kommen an allen Stellen der Oberfläche zwischen den Stacheln zerstreut vor. Ebenso sind sie auf der Mundhaut vertreten. Sehr klein und einfach sind sie bei den Irregulären gebaut. Bei den Clypeastriden treten meist nur die Trifoliaten auf, bei keiner Gattung findet man aber die Gemmiformen. Die Irregulären (Spatangiden und Clypeastriden) sind weit weniger mit diesen Organen versehen, wie auch die Schale weniger kräftig gebaut ist wie bei den Regulären (Agassiz), was mit ihren Lebensgewohnheiten zusammenhängen mag.

1. Die gemmiformen Pedicellarien, Giftzangen.

A. Ihr Bau.

a. *Sphaerechinus granularis.* Percy Sladen (614) hat zuerst unsere Aufmerksamkeit auf diese eigenthümlichen Pedicellarien von *Sphaerechinus granularis* gelenkt. Foettinger (221) schilderte den feineren Bau der Drüsen an conservirtem Material. Ich habe seiner Beschreibung in keinem Punkte beipflichten können. Da Cuénot*) meine Untersuchungen bestätigt hat und ebenso neuerdings v. Uexküll (661), so werde ich im Folgenden meiner früheren Darstellung folgen, um so mehr, da ich einzelne Punkte am lebenden Material nachprüfen konnte.

Die gemmiformen Pedicellarien dieser Art sind 1 cm und darüber lang. Auf einem langen, dünnen Stiel ruht der dicke Kopf, welcher sich

*) Cuénot, Études morphologiques sur les Echinodermes, Arch. de Biol. T. 11, p. 367: Je ne puis que confirmer les beaux travaux d'Hamann; j'ai vérifié la plupart de ses résultats histologiques qui laissent peu d'espoir plus loin que lui dans l'analyse de ces interessants organes.

aus drei birnförmig geschwollenen Zangen zusammensetzt. Etwa in halber Höhe des Stiels liegen drei Drüsen als länglich ovale, eiförmige Körper, dem unbewaffneten Auge als Verdickung deutlich. In dem Stiel liegt central ein Kaltstab *kst*, der bis in die Basis des Kopftheils ragt und hier mit einer kugligen Verdickung endet. (Fig. 13, Taf. III). Untersucht man frisch eine lebende Pedicellarie mit auseinandergespreizten Zangen, so erkennt man, dass in jeder Zange ein dicker Drüsensack liegt, der nach dem Ende zu sich in zwei convergirende Aeste gabelt, die sich in der Mittellinie zum unpaaren Giftcanal vereinigen, der bis nahe an die Spitze des Endhakens verläuft, um hier dorsal zu münden. (Fig. 1, Taf. IV.) In dieser Figur ist das Ende des schlank gebogenen Zahnes abgebildet mit der Verdickung, von welcher der Endhaken fast rechtwinklig abbiegt. In dieser Verdickung liegt jederseits eine längliche Oeffnung, hier tritt der Ausführgang der Drüse, ein zarter häutiger Canal, aus, um sich, wie oben angegeben, zum unpaaren Giftcanal zu vereinigen.

Verfolgen wir den Längsschnitt durch eine Pedicellarie (Fig. 1, Taf. IV) weiter. Sowohl die Drüsensäcke von zwei Greifzangen, sowie die Drüsen des Stieles sind der Länge nach durchschnitten. Die Epidermis *ep* überzieht sämmtliche Einzeltheile; sie zeigt da, wo die Oeffnungen der Drüsensäcke sich befinden und in den Neurodermorganen *ND* besondere Abweichungen in ihrem Bau.

Die Bindesubstanz, in der das Kalkskelett der Drüsensäcke *Dr*, die Musculatur der drei Zangen und das knopfförmig angeschwollene Ende des Kalkstieles sowie die Nervenzüge *nf* eingelagert sind, enthält in grosser Zahl sichelförmige Kalkkörper, die an den Spitzen der drei Zangen besonders zahlreich angehäuft sind. Das Kalkskelett setzt sich aus den drei Zangen zusammen, deren basaler Theil plattenförmig erweitert und nach innen gewölbt ist wie es die Figuren 8 und 9 auf Taf. IV von anderen Arten zeigen. Der obere Theil setzt sich in die Zangenspitze fort, die im Endtheil gekrümmt ist. Auf der Innenseite jeder Kalkzange liegt in der Mitte eine Verdickung, die Apophyse, die nach unten sich verbreiternd mit den aufgeworfenen Rändern der Innenfläche ein breites Feld bildet. Der untere Rand der Basis zeigt ebenfalls Ausbuchtungen, und am tiefsten Punkte mehrere Erhebungen, die Uexküll Rollen nennt. Sie dienen bei einzelnen Arten bei der Bewegung zum Arretiren, bei anderen zum Schnappen.

Der Bau der Drüsensäcke ist folgender. Auf einer Basalmembran sitzen ungemein lange, cylindrische Zellen, mit basalem Kern, der von wenig Plasma umgeben ist. Der übrige Theil einer Zelle wird von einem grossmaschigen Netzwerk durchzogen. In seinen Maschen liegen Körnchen, Secretkügelchen, oder aber der freie Endtheil der Zelle ist von einer fein granulirten Schleimmasse erfüllt, die auch den Hohlraum der Drüse erfüllen kann und meist im Ausführgang enthalten ist, sodass beim Zufassen das ergriffene Object sofort von der Flüssigkeit umhüllt wird, wie

auch Sladen (614) angiebt. Ob diese Inhaltszellen der Drüsensäcke bei der Secretbildung zu Grunde gehen, wie Foettinger meint, der den Inhalt jeder Drüse aus Zellen von unregelmässiger Gestalt compact angefüllt sein lässt, muss ich bezweifeln. Denn alle Präparate, welche mir derartig zu deutende Bilder zeigten, muss ich für Kunstproducte erklären. (Alkoholbehandlung mit nachheriger Carmin- oder Anilinfärbung.)

Nach den Untersuchungen von v. Uexküll dringt das Secret aus den Zahnspitzen in dünnem Strahl hervor, der keine Tendenz zum Fadenziehen zeigt. Oeffnet man eine Drüse unter Seewasser, indem man eine Seitenwand durchsticht, so findet man keinen flüssigen Inhalt, sondern eine körnelige Masse, die mit dem Seewasser in Verbindung tritt. Hat man jedoch die Drüse vorher mit Fliesspapier abgetrocknet und dann angestochen, so fliesst der ganze Inhalt klar und flüssig. Diese Flüssigkeit, die etwa von der Consistenz einer mässigen Zuckerlösung ist, gerinnt zu einer weisslichen Masse. Setzt man Wasser hinzu, so verwandelt sie sich zu einer körnigen Masse. Das flüssige Secret reagirt schwach sauer. Ueber die Wirkung dieses giftigen Secretes siehe weiter unten.

Auf die Basalmembran folgt eine Musculatur, die ungemein stark entwickelt erscheint. Sie besteht aus mehr als drei oder vier Lagen von Muskelfasern, welche theils parallel zu einander angeordnet sind und auf den einzelnen Drüsensäcken einen circulären, theils auch longitudinalen Verlauf haben. Diese glatten Fasern zeigen den gewöhnlichen Bau. Der länglich ovale Kern liegt der Oberfläche auf.

Die Musculatur des Kopfes besteht aus drei Muskelgruppen, den Adductoren oder Schliessmuskeln, den Abductoren oder Oeffnern und den Flexoren oder Beugern. Die Schliessmuskeln sind zwischen den basalen breiten Innenflächen von je zwei Kalkzangen ausgespannt und wie die Oeffnungsmuskeln in der Dreizahl vorhanden. Die letzteren inseriren auf der Aussenfläche der Kalkzangen und umziehen die Basis aussen. (Fig. 7, Taf. IV ist dieser Muskel schematisch eingezeichnet und mit *Mab* bezeichnet.) Ein dritter Muskel ist der Flexor, der in mehreren Bündeln unterhalb des verdickten Kalkstabendes einerseits, und an der Aussenseite der Kalkzangen inserirt.

Die Nervenzüge, welche zu der Musculatur und den Sinnesorganen ziehen, sind sämmtlich in der Bindesubstanz gelagert. Im Stiel trifft man sie oft unterhalb der Basalmembran des Epithels, meist aber verlaufen sie mehr im centralen Theile derselben. Die einzelnen Nervenzüge, welche in den Kopf eintreten, sind in verschiedener Anzahl bei verschiedenen Exemplaren vorhanden. Man wird der Wahrheit nahe kommen, wenn man ihre Zahl zwischen acht und fünfzehn annimmt. Unmittelbar nach ihrem Uebertritt in den Kopftheil verzweigen sie sich in mannigfaltiger Weise. Zu den verschiedenen Muskelgruppen, dem Flexor, Abductoren und Adductoren, treten starke Züge. Zwischen den Muskelzellen kann man leicht die einzelnen Nervenfasern verfolgen. Constant trifft man aber drei grosse Nervenzüge an, welche zu den drei

oben erwähnten auf der Innenfläche der Zangen liegenden Sinnesorganen führen. Diese drei Nervenzüge verlaufen zwischen je zwei Muskelbündeln bis zur Basis der Sinnesorgane, hier durchsetzen sie die starke Basalmembran und lösen sich auf in ein Geflecht von feinsten Fasern.

Von jedem dieser Nervenfasergeflechte geht ein starker Nervenzug nach der Spitze jeder Greifzange ab und tritt an die hier stehenden Sinneszellen heran.

Ausser diesen constant von mir beobachteten Nervenzügen sind noch kleinere Nervenzüge in der Bindesubstanz vorhanden, welche zwischen Epithel und innerer Drüsenwand liegen. Sie besitzen nur nicht die Stärke der eben beschriebenen. (Ueber den feineren Bau dieser Nervenzüge siehe das Capitel über die peripheren Nerven.)

Die Sinnesorgane, Neurodermorgane nach Uexküll, sind hügelförmige Erhebungen im Grunde jeder Greifzange, *ND* in Fig. 1, Taf. IV. Sie wurden zuerst von Sladen gesehen, der aber keinen Zusammenhang mit Nerven finden konnte. Romanes und Ewart schreiben diesen Gebilden Tastfunction zu. Jeder Tasthügel hat die Gestalt einer Halbkugel, auf deren Peripherie zapfenartige Erhebungen nach aussen hervortreten. Auf jeder derselben ist eine Anzahl starrer unbeweglicher Haare, Tasthärchen, angeordnet, die wie Stacheln hervorragen, und zwischen ihnen zarte Wimpern.

Ein Längsschnitt durch einen Tasthügel zeigt diese zapfenartigen Erhebungen in verschiedenen Malen durchschnitten. Ueber jede Erhebung zieht die Cuticula, welche die Epithelschicht nach aussen überkleidet, hin. Unterhalb der Erhebung sind Zellen knospenartig angeordnet, und wir sehen, wie jede Knospe sich nach aussen hin hervorwölbt. Das Epithel, welches den Tasthügel zusammensetzt, besitzt eine Höhe von ungefähr 0,06 mm und geht ziemlich unvermittelt über in das gewöhnliche Epithel, welches die Pedicellarien überzieht (Fig. 7, Taf. VI).

In halber Höhe der Tasthügelzellen liegt eine feinfaserige Masse, welche sich im Centrum jedes Hügels verdickt zeigt und hier die Basalmembran durchbricht und in Gestalt eines Faserzuges in die Bindesubstanz eintritt. Dies ist der Nervenzug, welcher zwischen den Enden von je zwei Zangenmuskeln nach der Tiefe der Pedicellarie und dem Stiele derselben zu verläuft.

Die Zellen des Tasthügels sind sämmtlich von langer, schmächtiger Form sowohl in den einzelnen Knospen wie zwischen denselben. Sie sind zarte Fäden, welche einen ovalen, sich stark mit Carmin, Hämatoxylin tingirenden Kern zeigen. Letzterer liegt entweder im oberen Theile der fadenförmigen Zelle oder mehr dem Centrum genähert und ist vom Plasma umgeben. Dadurch erlangen die Zellen eine spindelförmige Gestalt. Der eine Fortsatz läuft zur Peripherie, während der basale Fortsatz zweierlei Verhalten zeigt. Einmal ist derselbe von feinster Beschaffenheit und kann sich in zahlreiche feinste Fibrillen verzweigen,

welche mit dem Fasergeflecht, der Ausbreitung des Nervenzuges, in Zusammenhang stehen. Das sind die Sinneszellen, welche sich zugleich durch ihren peripheren Fortsatz weiter auszeichnen. Dieser setzt sich fort in ein feines, starres, haarähnliches Gebilde, welches auf der Cuticula unbeweglich aufsitzt. Diese feinen Tasthaare lassen sich selbst an Schnittpräparaten noch deutlich, wenigstens theilweise, constatiren. Andere Zellen, welche sowohl in den Knospen wie zwischen ihnen stehen, zeichnen sich durch den stärkeren Bau ihres basalen Fortsatzes von den Sinneszellen aus. Ihr Fortsatz durchsetzt das Nervengeflecht senkrecht und steht in Verbindung mit der Basalmembran, die ihrerseits kleine Hervorragungen bildet. Beide Zellarten setzen die Knospen zusammen. Zwischen ihnen trifft man sie ebenfalls an. Zwischen den basalen Nervenfasern, die das Geflecht bilden, liegen Zellen mit ovalem Kern. Sie besitzen zwei oder mehr Ausläufer, die in dem Nervengeflecht sich verzweigen. Es sind Ganglienzellen, die regellos, einzeln zerstreut vorkommen.

Die drei Stieldrüsen der Giftzangen von *Sphaerechinus granularis.* Ich wende mich nun zu den drei Stieldrüsensäcken. An der lebenden Pedicellarie sieht man auf jedem derselben einen pigmentfreien Fleck, dies ist die Oeffnung, welche in ihrer Lage aus Fig. 1, Taf. II zu ersehen ist (*O*).

Der Bau der drei Stieldrüsen ist vollkommen übereinstimmend mit dem der Globiferen. Auch bei den Stieldrüsen dringt bei Reizung durch die Oeffnung ein feinkörniger Schleim hervor, der sich mit Carmin nur gering tingirt, mit Methylgrün hingegen eine tief dunkelgrüne Färbung erhält. Der Drüseninhalt zeigt nach v. Uexküll schwachsaure Reaction. Untersucht man nach diesem Forscher eine frei präparirte Drüse, so erscheint sie undurchsichtig und körnig, solange sie im Seewasser bleibt. Im Trocknen hingegen klärt sich der Inhalt. Der Schleim befindet sich in einer anderen als der endgültigen Modification im Drüsenlumen. Nach Salzreiz sowie jedem stärkeren Reiz tritt der Schleim aus den Drüsen, er wird in kleinen Ringeln ausgestossen und ist trüb und körnig, um alsbald klar zu werden und aufzuquellen; dabei wird er fadenziehend und reagirt auf Schleimfärbemittel wie gewöhnlicher Schleim.

Die Drüsenzellen sind unregelmässig geformte Gebilde, deren ovale Kerne von der nur geringen Zellsubstanz umgeben werden. Die Zellen, welche Grenzen zu einander nicht zeigten, sind deutlich gegen das den ganzen Innenraum des Drüsensackes ausfüllende feinkörnige Secret abgesetzt. Auf die Basalmembran folgt eine Schicht concentrisch verlaufender glatter Muskelfasern, welche die Ausstossung des Secretes nach aussen besorgt. Die Bindesubstanz, in welche die Drüsen eingebettet liegen, ist nur von sehr geringer Entwickelung.

b. *Echinus acutus* Lam. Die gemmiformen Pedicellarien dieser Art zeichnen sich durch ihre langen Stiele und den besonders dicken

von den drei Greifzangen gebildeten Kopftheil aus. Ihnen fehlen die drei Stieldrüsen. An den Drüsen der drei Greifzangen tritt die Zweitheilung jeder Drüse noch deutlicher hervor als bei der vorigen Art. In halber Höhe theilt sich jeder Drüsensack dichotomisch in zwei sich mehr und mehr verjüngende Schläuche, die am Ende der Zange, da wo die Kalkspitze aus der Bindesubstanz heraustritt, convergiren und zu einem unpaaren Ausführgang verschmelzen, der dorsalwärts, oberhalb der Spitze, mündet.

Auf der Innenseite jeder Zange fand ich obere und untere Neurodermorgane. Die unteren Sinnesorgane, im Grunde der Innenseite gelegen, besitzen den gleichen Bau wie die oberen, die an der Basis der Kalkspitzen liegen. Zwischen diesen oberen und unteren Organen liegen zahlreiche Gruppen von Sinneszellen im Epithel, von denen die eine constant wiederkehrt, sodass man von einem dritten Neurodermorgan sprechen kann. Die Zellen, welche die Sinnesorgane zusammensetzen, sind 0,05 mm lang. Die basalen Fortsätze der sie bildenden Zellen bilden eine faserige Masse, aus der die Nervenzüge austreten. Sie sind von fadenförmiger Gestalt. Jede Zelle trägt peripher eine Wimper.

Die Nerven, welche sich in den gemmiformen Pedicellarien dieser Art finden, sind von ungemein starker Entwickelung. Ihr Verlauf, wie sich mir derselbe unter Vergleichung einer grossen Anzahl von Schnittpräparaten darstellte, ist bei den einzelnen Individuen übereinstimmend. In dem Stiel steigen eine Menge Nervenzüge, welche voneinander getrennt verlaufen, empor zu den Köpfchen. Da wo die M. flexores liegen, gehen Nervenfasern zu diesem ab; der grösste Theil der Nervenzüge jedoch, soweit er nicht direct zu den Drüsensäcken zieht, formirt sich zu drei starken Nervenstämmen, welche zwischen den Interstitien von je zwei der drei Zangenmuskeln (M. adduct.) emporsteigen. Hier verzweigen sie sich in mannigfacher Weise. Ihre Ganglienzellen treten miteinander in Verbindung und senden ihre Fortsätze in die Fasern der Zangenmuskeln hinein. Theilweise kann sich hier jeder Nervenstamm zu einem Netzwerk auflösen, welches bei Färbung mit neutraler Carminlösung und nachfolgender Hämatoxylinfärbung sich scharf unterscheidet von der umgebenden Bindesubstanz mit ihren Zellen und Fasern.

Im weiteren Verlauf schwindet jedoch das Netzwerk mehr und mehr, und zur halben Höhe der Musculatur formiren die Nervenfasern wieder einen etwa 0,074 mm starken Nervenstamm, von welchem nach allen Richtungen feinste Nervenzüge oder Nervenfasern abtreten. Während nun der Nervenstamm in gerader Richtung, so dass man ihn auf einem Schnitt, wenn derselbe so günstig wie in Fig. 1, Taf. V gefallen ist, in seinem ganzen Verlaufe verfolgen und übersehen kann, bis zu dem mit ND^2 bezeichneten Sinnesorgane, das an der Basis der Kalkspitze gelagert ist, zieht, giebt er einen Nervenast ab, welcher zu dem Tasthügel ND^1 führt. Bevor dieser Nervenast in den letzteren eintritt, theilt er

sich etwa in fünf Aeste, welche sich kurz vor ihrem Eintritt in das Sinnesorgan gabeln.

Von dem Nervenstamme, der bis zu dem mit ND^2 (Fig. 1) bezeichneten Sinnesorgane zieht, treten nach allen Seiten feine Aestchen ab, welche aus Nervenfasern zusammengesetzt sind und theils bis zur Musculatur des Drüsensackes, theils bis zum Epithel sich verfolgen lassen. Ein stärkerer Ast wurde schon oben erwähnt. Er versorgt die unterhalb von ND^2 gelegenen Zellen.

Das Epithel, welches sich auf dem Kopf der Pedicellarien findet, ist auf der Rückenfläche desselben aus abgeplatteten Zellen zusammengesetzt, deren Kerne oft abgeplattet erscheinen. Auf der Innenseite der Greifzangen macht dieses Epithel Zellen Platz, welche eine Höhe von 0,02 mm besitzen und durch ihr Verhalten Farbstoffen gegenüber sich auszeichnen. Von der Fläche betrachtet, zeigen sich sechseckige Polygone, deren Conturen, der Ausdruck der Zellmembranen, stark hervortreten. Ihr Zellinhalt erscheint vollkommen ungefärbt bis auf den der Wandung anliegenden abgeplatteten und dunkel tingirten Kern. Die ungefärbten Zellen sind von eiförmiger Gestalt und erinnern in ihrem Habitus an Schleimdrüsen, wie wir sie bei anderen Thieren kennen. Mit Carmin oder Hämatoxylin färbt sich in der eiförmigen Zelle nichts. Nur ein Netzwerk tritt schwach hervor, welches das ganze Lumen durchzieht und sich mit der Zellmembran in Verbindung setzt, resp. mit einer derselben anliegenden dünnen Substanzschicht. Der länglich-ovale Kern ist der Zellmembran eng angeschmiegt; die intrareticuläre Substanz erscheint vollkommen glasig, homogen, ohne jede Granulirung. Ein feiner schwer wahrnehmbarer Porus tritt bei der Flächenbetrachtung an den einzelnen Schleimdrüsen hervor. Das Vorkommen dieser Schleimzellen, die dicht nebeneinander stehen, und die gewöhnlichen Epithelzellen vollkommen verdrängt haben, ist beschränkt auf die innere Fläche der Greifzangen, also den Theil, welcher zwischen oberen und unteren Tasthügeln liegt.

Der feinere Bau der sechs paarweise verschmolzenen Drüsensäcke ist folgender. Eine aus mehreren Schichten bestehende Musculatur liegt der Membrana propria auf; nach innen von dieser trifft man das Drüsenepithel, dessen Secret theilweise das Lumen erfüllt.

Das Secret stellt eine schleimige, körnchenlose, leicht gerinnbare Masse dar, welche sich mit Carmin wie Hämatoxylin stark färbt. Es füllt meist den mittleren Theil des Drüsenlumens auf den Präparaten an, eine Folge der Conservirung.

Die Drüsenzellen, welche den Wandbelag bilden und das Secret ausscheiden, sind von schwer zu bestimmender Gestalt. Diese dürfte am besten mit cylinderförmig zu bezeichnen sein. Die Musculatur der Drüsensäcke besteht aus Muskelfasern, die in verschiedenen Richtungen verlaufen. Ein Theil verläuft ringförmig, ein anderer zur Längsaxe der Drüse parallel, während am blind geschlossenen Ende die Fasern sich kreuzen.

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

44., 45., 46., 47. u. 48. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1902.



c. *Strongylocentrotus lividus.* Der Bau dieser Organe ähnelt dem der übrigen Arten. Am Stiel fehlen die Drüsen. Das Sinnesorgan auf jeder Greifzange, es ist nur eins in der Tiefe der Innenseite vorhanden, hat eine halbkuglige Gestalt. Es lassen sich deutlich an der rasch abgetrennten Pedicellarie theils starre, theils wimpernde Härchen unterscheiden, erstere sind kürzer, letztere länger. Zellen, Epithelsinneszellen, sind in Fig. 2, Taf. IV aus dem Neurodermorgan widergegeben. Die Epidermis und die Bindesubstanz sind stark mit Pigmentzellen durchsetzt.

d. *Echinus microtuberculatus.* Fig. 9, Taf. IV zeigt das Ende der Greifzange einer gemmiformen Pedicellarie dieser Art. Die Spitze des Kalkstachels liegt in einer Vertiefung, rechts und links von zwei polsterartigen Hervorragungen geschützt. Die Wimperung dieser Polster, deren Epidermis stark verdickt ist, ist ungemein kräftig. Die Wimpern sind sehr lang, besonders unterhalb der Spitze; die ganze innere Oberfläche der Zangen wimpert. Auch die Wimperung der Epidermis der Stiele ist sehr deutlich zu beobachten. Ich fand bei einzelnen Individuen dieser Art auf dem Rücken gemmiforme Pedicellarien mit vier Zangen und zwar nicht etwa vereinzelt, sondern der grosse Theil besass anstatt drei, vier gleichmässig entwickelte Zangen. Dies bezieht sich auf Thiere aus dem Adriatischen Meere, die ich im Juni 1901 in Triest untersuchte.

Gemmiforme Pedicellarien finden sich noch bei *Toxopneustes*, *Hipponoe*, *Dorocidaris*, *Echinocardium* u. a. Bei *Dorocidaris papillata* trifft man nach Stewart (623) vierklappige an.

B. Function und Wirkungsweise.

Ueber die Function der gemmiformen Pedicellarien wurden die verschiedensten Ansichten geäussert. Der erste, der ihre wahre Bedeutung erkannte, war Prouho (Compt. rend. 1890, p. 62). Er schilderte sie als Vertheidigungswaffen. Durch v. Uexküll fanden seine Beobachtungen Bestätigung. Dieser Forscher zeigte, dass die Drüsen ein Gift produciren, das kleine Thiere sofort zu tödten im Stande ist.

Berührt man die Haut eines der genannten Seeigel mit einer Nadel, so schlagen die gemmiformen Pedicellarien nach dieser Stelle und beissen in die Nadel. Berührt man an den geöffneten oder halbgeöffneten Zangen die unteren Neurodermorgane (*E. acutus*), so fahren sie kräftig auseinander. Nach Einwirkung eines chemischen Reizmittels schlägt dieser Reflex sofort in das Gegentheil um. Bei *Strongylocentrotus* stehen die langen Haare auf dem Neurodermorgan sofort still, wie v. Uexküll beobachtete, dem ich in der Darstellung folge. Nähert man der Haut eines Seeigels ein Stück eines Seesternfusses und drückt es leicht an, dann fahren die Stachel zurück und die benachbarten Giftzangen erscheinen, beissen in die Nadel, sobald man die Sinnesorgane berührt. Verhältnismässig unabhängig vom Reflex des Schliessens ist der Reflex, der das

Ausspeien des Giftes zur Folge hat; er setzt nach v. Uexküll erst ein, wenn die unteren Neurodermalorgane beim Zuklappen einen chemisch wirksamen Körper treffen, wie den Fuss eines Seesterns. Das Ausspeien des Giftes kann durch Hinzulegen von etwas Salz oder Saccharin erfolgen, ohne dass ein Zuklappen mit erfolgt.

Ueber die Wirkung des Giftes geben die Experimente v. Uexküll's einen guten Einblick. Eine kleinere Nacktschnecke, wie *Pleurobranchea Meckeli*, von einer Giftzange gepackt, rollt sich zu einer Kugel zusammen und fällt vom Seeigel herab. Auf diese Weise befreit er sich von dem Mollusk, dessen Haut säurebildend ist. Kleine Aale von 2—3 cm Länge ringelten sich nach dem Biss zusammen und schlugen wild umher, traf sie der Biss in die Medulla, so war er tödtlich. Froschmuskeln werden durch diese Pedicellarien erregt, die glatten kräftiger als die quergestreiften. Der Frosch-Ischiadicus, gut getroffen, überträgt noch eine kurze Erregung und ist dann an der Bissstelle leitungsunfähig geworden. Ein Froschherz kann man durch ein einziges Pedicellar zur dauernden Ruhe bringen. Vom Rückenmark des Frosches hat v. Uexküll durch einen Biss allgemeine Krämpfe hervorgerufen. Diese Experimente sind mit den Zangen von *Sphaerechinus granularis* angestellt worden. Die Giftzangen der übrigen Arten sind, je kleinere Giftdrüsen sie tragen, desto unwirksamer.

Die gemmiformen Pedicellarien (und die Globiferen) sind die einzigen Schutzwaffen des Seeigels auf Tod und Leben. Auf schwächere Reize, wie Berührung der Haut, sind die Stacheln Schutzmittel, indem sie um die geschädigte Stelle einen dichten Lanzenwall bilden; bei tiefer greifenden chemischen Reizen legen sie sich auseinander und die Giftzangen neigen sich nach der gefährdeten Stelle, indem sie zubeissen.

Beim *Sphaerechinus* kommen noch die Stieldrüsen hinzu, indem sie das Thier mit einem Schleimmantel umgeben. Bei dem Zubeissen reissen oft die Greifzangen ab und zwar nicht mit dem Stiel, wie bei den anderen Arten, sondern oberhalb der Stelle am Stiel, wo die Drüsen liegen. So bleiben diese mit dem basalen Theile des Stieles erhalten und können noch in Wirksamkeit treten (v. Uexküll). Nach v. Uexküll ist der Giftzangenreflex stets verbunden mit einem Fluchtreflex des Thieres, der durch die Saugfüsschen vollführt wird, die das Thier immer nach der entgegengesetzten Seite bringen, als der Angriff geschah. So lehrt der Seeigel die Thatsache, dass es zur Vollbringung einer einheitlichen, zweckmässigen Handlung eines einheitlichen Centrums nicht bedarf, sondern der einheitliche äussere Reiz genügt, um eine complicirte Gesammtfunction des Thierkörpers auszulösen, vorausgesetzt, dass die Träger der Theilfunctionen richtig gebaut und richtig angeordnet sind (v. Uexküll).

2. Die tridactylen Pedicellarien, Klappzangen.

Bau derselben.

Die tridactylen Pedicellarien zeichnen sich durch ihre langen, schmächtigen Greifzangen aus. Sie sind die beweglichsten und grössten Formen unter den verschiedenen Arten dieser Organe, und befähigt ungemein rasch zuzugreifen und festzuhalten. Dies wird ihnen durch die quergestreifte Musculatur möglich, die ich hier entdecken konnte*).

Tridactyle Pedicellarien kommen nach meinen Untersuchungen sämmtlichen Echiniden des Mittelmeeres und der Adria zu. Bei *Centrostephanus* lassen sich zwei Arten unterscheiden, ebenso bei *Dorocidaris papillata;* sie sind von verschiedener Grösse. Die eine Art besitzt bei der erstgenannten Art kleinere Greifzangen und ist schmächtiger als die zweite Art. Der Bau ist einfacher als bei den gemmiformen Pedicellarien. Drüsen fand ich nur bei *Dorocidaris papillata*, sonst scheinen sie zu fehlen.

In Fig. 5, Taf. III ist das Kalkskelett einer solchen Pedicellarie von *Echinus acutus*, in Fig. 4, Taf. IV ein Längsschnitt durch eine entkalkte Zange von *Centrostephanus longispinus.*

Meist sind die Kalkzangen auf der Innenseite längs der Ränder gezähnt. Die drei Zangen besitzen an der Basis Sperrzähne, die gelenkig in einander greifen, sodass die drei Zangenspitzen stets genau aufeinander treffen.

Drei Nervenstämme ziehen zu den Greifzangen, in den Interstitien der drei Adductoren-Muskeln gelagert und zu diesen Fasern abgebend. Diese Nervenstämme geben in ihrem ganzen Verlauf bis zum Ende der Zangen grössere und kleinere Seitenäste ab, welche zum Innenepithel und zum Rückenepithel verlaufen und in die Zellen derselben eintreten. Ein besonderes Sinnesorgan ist niemals vorhanden. Wohl aber ist der obere Theil der Innenfläche jeder Greifzange als besonders nervös anzusehen, da hier das Epithel an Höhe zugenommen hat und zu den dasselbe zusammensetzenden Cylinderzellen die Nervenfasern treten. Sinneszellen sind jedoch auch im unteren Theil der Innenfläche vorhanden, wenn auch nur in geringer Menge. Im Leben wimpert die ganze Innenseite. Die Wimpern besitzen eine ziemliche Länge, sie sind etwa 0,02 mm lang. Wahrscheinlich finden sich auch zwischen ihnen Tastborsten vor. Die Pigmentzellen mit schwärzlichem Körncheninhalt sind reichlich vorhanden. Sie sind weit verästelt und hängen die einzelnen Zellen mit ihren Fortsätzen auf weite Strecken hin untereinander zusammen. Ihre eigentliche Lage ist die Cutis, meist aber haben sie ihre Fortsätze zwischen die Epithelzellen hineingeschoben, oder aber liegen der Basis derselben an.

*) Vorläufige Mittheilungen zur Morphologie der Echiniden. No. 2, in: Sitz.-Ber. d. Jenaischen Ges. f. Med. u. Naturw., Jg. 1886.

Von besonderem Interesse ist der Bau des Stieles. Der Kalkstab reicht nicht bis zum Kopfe hinauf, sondern hört eine geraume Strecke unterhalb desselben auf (vgl. die Figur). Hierdurch ist es möglich geworden, dass der Kopftheil beweglicher ist und sich nicht nur nach allen Seiten bewegen, sondern auch nach dem Stiel umbiegen kann.

Die Strecke zwischen dem knopfförmig erweiterten Ende des Kalkstabes und dem Kopftheile der Pedicellarie wird eingenommen von einem elastischen Ligament, Gallertstiel, wie ich dies Gebilde zu nennen vorschlage. Dasselbe ist von cylindrischer Gestalt und wird allseitig umhüllt von Muskelfasern, und zwar glatten, welche an den Kalkstücken im Kopftheil der Pedicellarie inseriren, dem Ligament anliegen und bis zum Kalkstiel und selbst an diesem entlang verlaufen. Diese in einer Schicht parallel miteinander verlaufenden Fasern sind es, welche den Kopf umbiegen können, während das elastische Ligament in die vorige Lage zurückstrebt.

Das Ligament besteht aus einer feinkörnigen Masse, die sich hellrosa tingirt. Fasern sind wenige vorhanden, ebenso ist selten eine Zelle oder ein Zellkern nachweisbar.

Die Bindesubstanz, welche das Kalkskelett umhüllt und im Stiel das Ligament umhüllt, ist von zähflüssiger Beschaffenheit. Fasern mit Stern- oder Spindelzellen sind verhältnissmässig wenig vorhanden; destomehr sind die Amöbocyten vorhanden.

Setzt man nach v. Uexküll ein Körnchen Seesalz auf einen *Echinus acutus*, so sieht man, dass die Pedicellarien fort geneigt werden, und dass die Muskeln sich contrahiren, wodurch der Gallertstiel spiralförmig zusammengerollt wird.

Bei *Dorocidaris papillata* finden sich zwei Arten dieser tridactylen Formen, die eine mit langen, stilettförmigen Greifzangen und eine zweite mit gedrungenen Armen. Beide Arten sind von Köhler (344) beschrieben und ihre Kalkgebilde abgebildet worden. Der letzteren Art kommen Drüsenschläuche in ihren Greifzangen zu, welche einen eigenthümlichen schlauchförmigen Bau zeigen, Sie sind von Köhler übersehen worden. Das Kalkskelett dieser Greifzangen hat dieser Forscher naturgetreu abgebildet, ich beschränke mich daher nur auf folgende kurze Bemerkungen. Die Kalkplatten, welche in jeder Greifzange liegen, sind von löffelförmiger Gestalt. Am Rande der Innenseite stehen kleine, feine Kalkzähne, wie Fig. 5, Taf. V zeigt. Weiter ist auf der Innenseite ein Querbalken zu finden, welcher aus Kalk besteht. Zwischen diesem Querstab und der Innenseite der Kalkplatte liegen eigenthümliche Drüsenschläuche von einer Gestalt, die vollkommen abweicht von den ähnlichen Gebilden der gemmiformen Pedicellarien. Einzelne kurze Schläuche hängen traubenartig zusammen und münden in einen langen Ausführgang, welcher oberhalb des ersten längeren Kalkzahnes an der Spitze mündet. Die Drüsenschläuche liegen ebenso wie das Kalkskelett jeder Greifzange in der Bindesubstanzschicht. Aussen wird diese von dem allgemeinen Körper-

epithel überzogen, welches auf der Innenfläche der einzelnen Zangen aus langen Zellen besteht, welche lange und starke Wimpern besitzen. Das Epithel der Drüsenschläuche besteht aus fein granulirten, abgeplatteten Zellen, welche ihr Secret in das enge Lumen jedes Schlauches abgeben.

Diese eigenthümliche Pedicellarienform, die ich den tridactylen als Unterart zuzähle, findet man vorzüglich auf der Mundhaut vor, da wo die zehn Mundfüsschen ihren Sitz haben.

Bei *Schizaster canaliferus* fand Köhler (344) vierklappige Formen, Thomson bei *Phormosoma fenestratum* und *Pourtalesia carinata.*

3. Die ophiocephalen (buccalen) Pedicellarien, Beisszangen.

A. Bau derselben.

Diese Art zeigt mit den Trifoliaten den einfachsten Bau. Weder Drüsen noch besondere Neurodermorgane lassen sich erkennen. Sie stehen meist gruppenweise auf der Mundhaut und zerstreut auf der Schale. Fig. 3, Taf. III zeigt eine solche von *Echinus acutus.* Das Kalkskelett von aussen gesehen ist in Fig. 8, eine Einzelzange von innen gesehen in Fig. 7 abgebildet. Bemerkenswerth sind die Zähnelung der Innenränder, die Sperrzähne und die halbkreisförmigen Bögen, die an jedem Zangenglied an der Basis sitzen. Sie sind verschieden gross und repräsentiren im Princip drei Kugelschalen, die in einander laufen (v. Uexküll). Sehr kräftig sind die Adductoren entwickelt (Fig. 4, Taf. V). Sie inseriren in den von der Apophyse freigelassenen Vertiefungen. Die Bedeutung der drei halbkreisförmigen Bögen besteht nach v. Uexküll darin, dass sie verhüten sollen, dass die Glieder der Zangen aus dem Gelenk gehoben werden und nicht an einander vorbeischlagen. Sie dienen demnach zur Verstärkung der Sperrzähne (*Sp.Z* in Fig. 7, Taf. III). Ausserdem wird durch diese Bögen nach erfolgtem Biss jede Lockerung ausgeschlossen bleiben, und wird durch sie der erreichbare Grad der Oeffnung bestimmt, denn sobald der kleinste Bogen an die Basen der gegenüberliegenden Zangenglieder anstösst, ist eine Weiterbewegung ausgeschlossen. Der Kalkstab endet eine Strecke unterhalb der Zange im Stiel, sodass ein kräftiges Ligament gebildet wird, das von parallel mit der Stielaxe verlaufenden Muskelfasern belegt ist, den M. flexores, die an den Kalkbögen einerseits, am Ende des Kalkstabes andererseits inseriren.

Der Verlauf der Nervenstämme ist der gleiche wie bei den übrigen Pedicellarien. Drei Nervenstämme treten in die Zangen ein und ziehen zu dem Innenepithel jeder Greifzange. Das Epithel ist bedeutend verdickt und wimpert. Zwischen den Epithelzellen sind Sinneszellen vorhanden.

Als Beisszangen hat v. Uexküll sie bezeichnet, da sie trotz ihrer geringen Grösse, bei *Sphaerechinus granularis* sind sie 2 mm lang, ihr Kopf 0,5 mm, kräftig zubeissen, und, was sie einmal gefasst haben, nicht leicht loslassen.

B. Function und Wirkungsweise der tridactylen und ophiocephalen (buccalen) Pedicellarien.

Die tridactylen Pedicellarien sind Waffen, die dazu dienen, grössere Körper, wie Würmer u. s. w. abzuhalten, wie ich 1887 nach Beobachtungen am lebenden Thiere schreiben konnte. Auf die früheren Anschauungen, wie jene von Romanes und Ewart, dass sie zum Klettern dienen sollten, gehe ich nicht näher ein. In welcher Weise sie in Thätigkeit treten, hat v. Uexküll (661) mit folgendem Experiment gezeigt. Er nahm einen *Palaemon*, kniff ihm den Schwanz durch, um ihn dieses kräftigen Fluchtmittels zu berauben, und setzte ihn auf einen *Sphaerechinus*. Er war völlig hilflos, denn die Beisszangen packten jedes Haar seiner Beine und Antennen, dessen sie habhaft werden konnten, und riss sich der Krebs von einer Beisszange los, sofort packten ihn dafür zehn andere. Schliesslich kamen die Saugfüsse den Pedicellarien zu Hilfe und setzten sich am Krebsleibe fest, der dann schliesslich zum Munde transportirt und gefressen wurde. In diesem Falle waren die Stacheln als Angriffswaffen ganz unbrauchbar, denn die dünnen, biegsamen Beine des *Palaemon* entgleiten ihnen immer.

Die Klappzangen reagiren auf einen ganz schwachen Hautreiz, wie das Anbranden einer kleinen Welle an den Seeigel, auf den die Beisszangen nicht antworten. Dagegen genügt nach v. Uexküll, dessen Darstellung ich hier folge, ein direct applicirter Hautreiz, der die Beisszangen hervorzaubert, bereits meist, um die Klappzangen zum Verschwinden zu bringen. Hieraus folgert er, dass die letzteren dazu dienen, vorbeischwimmende Thiere (Anneliden?) zu fassen, während die Beisszangen Thiere zu packen haben, die bereits mit der Haut des Seeigels in Berührung gekommen sind. Dass neue Beobachtungen zur Sicherstellung der Bedeutung beider Pedicellarienarten anzustellen sind, erkennt auch dieser Forscher an.

4. Die trifoliaten Pedicellarien, Putzzangen.

A. Ihr Bau.

Dieser Gruppe gehören die kleinsten Pedicellarien an, die sich auf der Schalenoberfläche vorfinden. Bei *Echinus microtuberculatus* ist der Kopftheil 0,1 mm lang und 0,07 mm breit. Die Stiellänge beträgt 1,4 mm. Der Kalkstab reicht kaum bis zur Hälfte des Stieles, er ist nur 0,5 mm lang. Ein kräftig ausgebildeter elastischer Gallertstiel oder Ligament reicht von seinem Ende bis zum Kopftheil. Seiner Oberfläche lagern Längsmuskelfasern auf, wie bei den übrigen Arten. Sie inseriren am knopfförmigen Stielende und an der Aussenfläche der Kalkzangen. Im Leben schwingen und schlagen diese Putzzangen lebhaft hin und her. Dabei ist die oben erwähnte Längsmusculatur in Thätigkeit. Je nach der Contraction der einen oder anderen Fasern biegt sich der Kopftheil

mit seinen drei Zangen und der Stieltheil mit dem Ligament. Als Antagonist wirkt letzteres, das vermöge seiner Elasticität immer in die vorherige Stellung zurückstrebt. Die Musculatur der Zangen ist der Kleinheit derselben angemessen. Fig. 4, Taf. III giebt eine Putzzange, Fig. 6 eine Kalkzange wieder. Die Musculatur inserirt in den beiden rechts und links von der Apophyse freigebliebenen Gruben. Die Kalkzangen sind fast gleich lang wie breit. Besondere Sperrzähne sind an den basalen Seitenecken vorhanden. Nach v. Uexküll sieht man häufig nur zwei Zangen zusammenklappen, die dritte bleibt geöffnet. Dies rührt davon her, dass es nicht von den Sperrzähnen der beiden anderen mitgenommen wird, sondern aus dem Gelenk gehoben wird, sodass es selbstständig eigene Bewegungen ausführen kann. Das ermöglicht den Putzzangen, einen Gegenstand, der von zwei Zangengliedern gepackt worden ist, durch das dritte zerklopfen zu lassen (v. Uexküll).

Zur Anatomie dieser Putzzangen ist noch hinzuzufügen, dass ihre Innenfläche mit kräftigen Wimpern versehen ist. Die Epidermis ist verdickt und lassen sich drei Nervenzüge verfolgen, die zum Epithel herantreten. Besondere Sinnesorgane fehlen (Fig. 6, Taf. V).

B. Function der Putzzangen.

Sie säubern unzweifelhaft die Schale von kleinsten Sandpartikelchen, Protozoen, überhaupt allen Fremdkörpern, mögen diese nun direct auf der Oberfläche der Schale oder auf den Stacheln sich befinden. Ihnen kommt also diejenige Function zu, die A. Agassiz glaubte allen Arten zuschreiben zu müssen (Hamann 290). Nach v. Uexküll erleichtern sie im Wesentlichen den Wimperhaaren der Haut ihr Geschäft, indem sie beispielsweise im Falle, dass Kalkstaub dicht auf die Haut fällt und die Wimpern hierdurch in ihrer Bewegung ernstlich behindert werden, in den Staub hineinbeissen, sich fortbiegen und öffnen und derart für eine gleichmässigere Vertheilung sorgen. Dabei zerkleinern sie schwache Körner durch ihre eigenartigen Klappenbewegungen.

Die Globiferen.

Auf der Oberfläche der Schale von *Sphaerechinus granularis* und *Centrostephanus longispinus* entdeckte ich Organe, die bisher unbekannt geblieben waren (288). Nach ihrer Gestalt nannte ich sie Globiferen. Sie wurden von Duncan (189), wiedergefunden; von Sven Lovén wurde nach einer brieflichen Notiz an mich ihr Vorkommen bei *Sphaerechinus granularis* bestätigt.

a. *Centrostephanus longispinus.* Ueber der ganzen Schalenoberfläche dieses prächtigen Seeigels zerstreut sitzen, mit blossem Auge als weisse, erhabene Punkte kenntlich, Gebilde, welche jeglicher Greifzangen entbehren. Von einem Stiel wird ein kugliger Körper getragen, welcher sammt dem Stiel in schwingende, pendelnde Bewegungen gerathen kann.

Ausser diesen weissen Gebilden, den Globiferen, fallen violett gezeichnete, ebenfalls auf Stielen sitzende Körper sofort in die Augen. Auch diese sind von kugliger Gestalt, auf ihrer Spitze sitzt aber eine winzige dreigliedrige Greifzange, in welcher Pigmentzellen angehäuft sich befinden. Diese bunt gefärbten Körper sind äusserst beweglich, besonders diejenigen, welche sich durch längere Stiele hervorheben.

Unter den Globiferen kann man zweierlei Formen leicht unterscheiden. Die eine zeichnet sich durch ihren gedrungenen Bau aus, besonders durch den äusserst kurzen Stiel (Fig. 9, Taf. III), während die andere Art von schmächtigerer Gestalt ist und einen längeren Stiel besitzt. Von oben gesehen, zeigt sich am Kopftheil jeder Globifere äusserlich eine Dreitheilung. Drei Kugeln sind eng aneinander gerückt und mit ihren Berührungsstellen verschmolzen. In jeder dieser drei Kugeln, welche übrigens, wie eine Betrachtung von der Seite zeigt, sich besser mit eiförmigen Gebilden, deren Längsaxe parallel läuft der des Stieles, vergleichen lassen, liegt eine Drüse von gleicher Gestalt, welche nach aussen durch einen Porus mündet. Der Drüseninhalt erscheint von gelblicher Färbung.

Im Centrum des Stieles verläuft ein Kalkstab, welcher sich zwischen den drei Drüsen centralwärts gelagert fortsetzt und meist mit einem kuglig aufgetriebenen Ende abschliesst. Ueber letzterem erhebt sich die Haut, eine kleine Kuppel bildend.

Der feinere Bau der Globiferen. Das allgemeine Körperepithel überzieht den Stiel sowohl wie den Kopftheil in Gestalt von cubischen Zellen. Zwischen den Lücken derselben, sie auseinanderdrängend, lagern Pigmentzellen oft in ungemein grosser Anzahl. Diese Zellen sind von gelber Färbung und zeigen ein prächtiges Bild mit ihren oft weit und untereinander mannigfach verzweigten Ausläufern. Hier und da trifft man auch auf Pigmentzellen, welche ihre Fortsätze vollkommen eingezogen haben (vgl. Fig. 10, Taf. IV).

An der lebenden Globifere kann man über den Bau der Drüse selbst sich bereits orientiren. Presst man ein frisch vom Thiere entferntes Organ, so sieht man, dass das Innere jeder eiförmigen Drüse von langen, cylindrischen, palissadenförmigen Zellen eingenommen wird, welche im Centrum nur einen geringen Raum freilassen. Diese Zellen haben eine Länge von etwa 0,13 mm oder darüber, während ihr Breitendurchmesser 0,005 mm beträgt. (Der Längsdurchmesser einer Drüse beträgt 0,45 mm im Mittel, der Durchmesser durch den Kopf einer Globifere der ersteren Art 0,45 mm.)

Uebt man einen starken Druck auf das Deckglas aus, so kann man die Zellen plötzlich zu den Oeffnungen der Drüsen heraustreten sehen. Färbt man diese so gewaltsam hervorgepressten Zellen, so findet man niemals einen Kern in denselben, auch nicht an ihrer Basis. Die Zelle ist oberhalb des Kernes abgerissen worden, während letzterer, von Plasma

umhüllt, im Innern der Drüse der Wandung aufliegend zurückgeblieben ist. Der Zellinhalt besteht aus glänzenden Körnchen.

Zur genauen Erforschung der Drüse genügt ihre Betrachtung im frischen Zustande nicht. Schnitte durch mit Alkohol oder Flemming'schem Gemisch hergestellte Präparate und nachherige Färbung zeigen Folgendes. Ein Querschnitt durch den Drüsentheil einer Globifere ist in Fig. 12, Taf. III abgebildet. Zwei der Drüsen sind auf dem Schnitt getroffen. Die Cylinderzellen der Drüsen nehmen bei Hämatoxylinfärbung einen tiefblauen Ton an, bei Carmintinction färben sie sich hellroth, während der um den basal gelagerten Kern sich findende Zelltheil durch eine dunklere Nuance hervortritt. Methylgrün färbt die Zellen sehr stark, während die Bindesubstanz und Epithel diesen Farbstoff nicht aufnehmen.

Der körnige Inhalt der einzelnen Zellen nimmt den bei weitem grössten Theil der Zelle ein. Nur an der Basis, den Zellkern umhüllend, findet sich eine Masse durch dunklere Färbung hervortretend. Das ist das Plasma der Zelle. Von hier aus scheint sich ein feines Netzwerk durch den übrigen Theil der Zelle zu verbreiten, wie Hämatoxylinfärbung zeigt. In den Maschen dieses Netzwerkes sind die hellen, glänzenden Körner oder Tröpfchen angesammelt.

Ausser dem geschilderten Bilde der Drüse mit Cylinderzellen trifft man Drüsen, die vollständig von einer schleimartigen Masse, die in Wasser sofort aufquillt und fadenziehend wird, angefüllt ist. Von den Zellen findet sich nur ein Wandbelag von Zellsubstanz und grossen Kernen. Bei der Schleimbildung sind offenbar die Zellen bis auf den basalen Rest zu Grunde gegangen. — Unterhalb der Drüsenzellenschicht liegt eine feine Membrana propria, nach aussen von ihr eine Muskelschicht. Die Fasern derselben verlaufen streng parallel zu einander, concentrisch zur Oeffnung der Drüse. Nach aussen von der Muskelschicht folgt die Bindesubstanzschicht, die die Hauptmasse des Stieles bildet, der in der Axe von einem Kalkstab durchzogen wird. Wanderzellen sind sehr zahlreich in der Umgebung der Drüsensäcke zu sehen.

b. *Sphaerechinus granularis.* Besonders leicht kann man sich von dem Vorhandensein von Globiferen bei dieser Art überzeugen. Es sind auf einem 2—3 mm langen Stiele aufsitzende, mit einem dicken, kugligen Kopfe versehene Gebilde, die über die Oberfläche der Schale zerstreut zwischen Stacheln und Pedicellarien vertheilt sind. Fig. 10, Taf. III zeigt eine Globifere von der Seite, Fig. 11 von oben gesehen. Aus der Oeffnung des einen Drüsensackes tritt die Inhaltsmasse heraus. Die Farbe dieser Organe ist tief violett, wie die der ganzen Oberfläche. Diese Farbe rührt von den in der Epidermis liegenden Pigmentzellen her, Fig. 3, Taf. IV. Die drei Oeffnungen der drei Drüsen treten als ungefärbte, weissliche Flecken hervor. Im Stiel liegt axial der Kalkstab, der mit seinem kugligen Ende zwischen die Drüsen hineinragt. Weiter sind halbmondförmige Kalkgebilde zu erwähnen, die in grosser Zahl in der Bindesubstanz zwischen den Drüsen liegen. Die Drüsen sind drei

Säcke, die untereinander nicht in Verbindung stehen. Besonders stark ist die Musculatur entwickelt, deren Faser meist circulär verlaufen und durch Contraction den Schleim durch die Oeffnung ins Meerwasser entleeren.

Die Epithelschicht, welche die Globiferen, Kopf wie Stiel, überzieht, stimmt überein mit dem allgemeinen Körperepithel. Auf das Körperepithel folgt die Bindesubstanzschicht mit ihren verschiedenen Elementen und sichelförmigen Kalkgebilden, und auf diese die Muskelschicht, welche jede Drüse umhüllt. Nach innen von letzterer gelagert folgt eine Membrana propria und hierauf die Drüsenzellen. Ein Schnitt durch eine der drei Drüsen lehrt uns, dass dieselben meist prall angefüllt sind von einer durchsichtigen Flüssigkeit, in welcher helle kuglige Tröpfchen schwimmen, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auffallen. Die ganze Secretmasse färbt sich in neutralem Essigcarmin, während sie in Boraxcarmin fast farblos bleibt. Methylgrün wie Anilingrün bringen eine tiefgrüne Färbung hervor. Mit Osmium behandelt, bräunt sich der Drüseninhalt. Ausser der das Lumen jedes Drüsenballens ausfüllenden Secretmasse sind der Membran aufsitzend Zellen mit ovalen Kernen vorhanden, die gegeneinander keine Abgrenzung zeigen. Das Plasma der Zellen hebt sich bei geeigneter Färbung scharf ab von der Inhaltsmasse. Es erscheint fein granulirt. Es liegt nahe, eine gleiche Entstehungsweise für das Secret anzunehmen, wie ich bei *Centrostephanus* geschildert habe. Dann ist mir immer nur das eine Stadium zur Beobachtung gekommen, in welchem der grösste Theil der Cylinderzellen sich bei der Abscheidung betheiligt und nach derselben nur noch ein basaler Rest der Drüsenzelle übrig geblieben ist, welcher den Zellkern einschliesst.

Die Globiferen und die Pedicellarien.

Dass es sich bei den Globiferen um eigenthümliche Organe handelt und nicht etwa um zufällig entstandene Missbildungen, ist kurz nach meiner vorläufigen Mittheilung durch meine Angaben bestätigende Beobachtungen erwiesen worden. Dass sie trotz ihrer Grösse, die mehrere Millimeter beträgt, bis jetzt übersehen worden sind, mag wohl daran gelegen haben, dass sie bei oberflächlicher Betrachtung für Pedicellarien gehalten worden sind.

In der That werden wir auch die Globiferen aus Pedicellarien hervorgegangen zu denken haben in ähnlicher Weise, wie wir die Sphäridien als modificirte Stacheln ansehen können.

Hierfür spricht das Vorkommen der kleinen, rudimentären Greifzangen an Globiferen bei *Centrostephanus.* Wenn ich sie als rudimentär bezeichne, so soll sich das lediglich auf ihre Function des Zugreifens beziehen. Auf der Innenseite jeder der winzigen Greifzangen liegen ein oberes und unteres Neurodermorgan und lassen sich leicht die Nervenzüge bis zu ihrem Eintritt in das verdickte Epithel derselben verfolgen.

Die Sphäridien.

Sven Lovén, der Entdecker der Sphäridien, schildert diese kleinen Anhangsorgane als sphäroide, ellipsoide Gebilde, die mittelst eines sehr kurzen Stieles auf einem Höcker der Schale beweglich sitzen. Sie sind mit einer gewissen Regelmässigkeit auf die peristomale Partie der Ambulacren beschränkt. Bei allen lebenden Echiniden wurden sie beobachtet mit alleiniger Ausnahme der Gattung *Cidaris*. Sphäridien nannte sie Lovén nach ihrer annähernd kugligen Gestalt. Sie sind transparent, hart und solid und werden überzogen von einer Schicht von pigmentirten Zellen, einem Epithel, einer Cuticula mit Wimpern.

Das Kalkskelett der Sphäridien besteht nach Lovén's Schilderung aus zwei verschiedenen Theilen, einer reticulären Schicht, die den Stiel bildet und die oft mehr weniger in das Innere der Kugel hineinragt, und von einer äusseren compacten Kalksubstanz, die eine concentrische Schichtung zeigt. Diese concentrischen, glasigen, stark lichtbrechenden Schichten sind durchsetzt von einem System von Canälchen, die Bindesubstanz einschliessen, die mit jener in der Basis zusammenhängt. Die die concentrischen Schichten bildende Kalksubstanz setzt sich auch auf die Oberfläche des Stieles fort. Im Einzelnen zeigen die Sphäridien der einzelnen Arten Abweichungen im Bau; so kann man bei *Meoma vulgaris* einen Canal beobachten, der central gelegen am distalen Ende mündet. Die Schilderung der einzelnen Formen ist bei Lovén (401) nachzulesen.

Die Sphäridien sitzen auf einem Gelenkhöcker, auf dem sie nach allen Seiten leicht beweglich sind. Hamann (290) beschrieb an den Sphäridien von *Spatangus purpureus* eine Musculatur, die aus glatten Muskelzellen gebildet wird, die wie bei den Stacheln angeordnet sind. Sie kommt auch den Sphäridien anderer Arten zu. In Fig. 5, Taf. VI ist sie mit *M* bezeichnet; die Zellen sind an der Basis stark zerfasert.

Das Köpfchen wie der Stiel werden von der Epidermis überzogen. Auf dem kugligen Kopftheil haben die Zellen an Höhe abgenommen, sodass man von einem Plattenepithel sprechen kann, das von der Oberfläche betrachtet die bekannten sechseckigen Zellen zeigt. Diese Zellen wimpern lebhaft. An der Basis sind die Zellen verlängert und es kommt zur Bildung eines Wulstes, der ringförmig den Stiel umgiebt. Hier verläuft ein peripher gelegener Nervenring. Die Epithelzellen sind hier durch besonders lange Wimpern ausgezeichnet (Hamann). Der basale Nervenring wurde zuerst bei *Spatangus purpureus* beschrieben, und von Cuénot (136) bei *Echinus melo* wiedergefunden. Vom Nervenring, oder Basalganglion lassen sich Nervenfibrillen zu den Muskeln verfolgen (Hamann). Ayers, der die Sphäridien zu gleicher Zeit untersuchte, entging dieses basale Ganglion. Die Gebilde, die dieser Autor für Nerven erklärte und die in den Sphäridien sich verästeln sollten, sind, wie Cuénot bereits festgestellt hat, zur Bindesubstanz der Kalkkugel gehörig.

Bei *Centrostephanus* fand ich die langen Wimpern an der Basis des Stieles besonders deutlich. Nach dem Kopfende zu nehmen die Wimpern

an Länge ab und stehen spärlich angeordnet. Pigmentzellen sind bei *Spatangus* und anderen in grosser Menge im Epithel und unterhalb desselben vorhanden. Sie bedingen bei vielen Arten die Färbung. In Fig. 5, Taf. VI, einem Längsschnitt durch eine entkalkte Sphäridie, sind die Pigmentzellen am Stiel mit *p* bezeichnet, mit *RN* das basale Ganglion, mit *nf* die Hautnerven der Oberfläche der Schale. Fig. 6 zeigt den durchquerten Nervenring mit dem verdickten Wimperepithel stark vergrössert.

Cuénot (136) untersuchte diese Organe bei Clypeastriden (*Echinocyamus pusillus, Echinodiscus biforis, Peronella orbicularis*). Bei diesen stehen die Sphäridien unbeweglich in einer Grube; eine Musculatur fehlt. An der Basis fand er nur einen Nerv, aber keine ganglionäre Anschwellung.

Die Lage und das Vorkommen der Sphäridien ist beschränkt auf die Ambulacren, und zwar mit Vorliebe auf die peristomalen Ambulacralfelder, wo sie bald auf der ersten, bald auf der zweiten, dritten, vierten, selten der fünften Peristomalplatte vorkommen können. Bei den Spatangiden und Pourtalesien stehen sie meist in der Ein- oder Mehrzahl in einer mehr weniger tiefen Grube (Fig. 1, Taf. VI), an der Basis der Mundtentakel. Die Grube ist bei den Clypeastriden geschlossen und communicirt nur durch einen engen Canal mit der Aussenwelt. Bei den Echiniden u. a. sind sie sehr zahlreich und alternirend in zwei Reihen seitlich von den Ambulacralporen angeordnet. Die Vertheilung und Lage ist von Lovén für eine grosse Zahl von Gattungen und Arten geschildert worden und muss auf seine Darstellung verwiesen werden.

Die Länge (Höhe) der Sphäridien beträgt bei einem *Echinus esculentus* von 140 mm nur 0,24 mm, ihre Breite 0,125 mm; bei einem 87 mm grossen *Loxechinus albus* sind sie nur 0,32 mm lang und 0,15 mm breit; bei einem 15 mm grossen *Temnopleurus toreumaticus* sind sie 0,1 mm lang und 0,125 mm breit. Es folgt hieraus, dass sie bei den kleinen Arten unverhältnissmässig gross sind.

Die Function der Sphäridien ist unbekannt. Es sind die verschiedensten Ansichten über sie ausgesprochen worden, ohne dass eine vor der anderen einen besonderen Vorzug verdiente oder sich durch Thatsachen stützen liesse. Als Sinnesorgane hat sie Lovén in Anspruch genommen. Er glaubt aus ihrem Vorkommen am Peristomrand schliessen zu dürfen, dass sie Geschmacks- oder Geruchsorgane seien, eine Ansicht, der sich Agassiz anschloss. Dem widerspricht aber die Thatsache, dass bei vielen Arten diese Organe nicht auf die Mundfläche beschränkt sind, sondern auf den Ambulacralplatten bis beinahe an den Ambitus hinaufreichen. Nach Ayers (46) sollen sie die chemischen Veränderungen des Wassers wahrnehmen. Hiergegen spricht ihre Eingeschlossenheit in geschlossene Höhlen wie bei den Clypeastriden. Andere wiederum, wie Delage und Cuénot, vermuthen in ihnen Organe, die die Seeigel über ihre Lage im Wasser zu orientiren vermögen.

B. Die Kalkkörper der äusseren Körperanhänge.
(Ambulacralanhänge.)

Die äusseren Ambulacralanhänge der Seeigel besitzen in ihrer Bindesubstanzschicht Skelettablagerungen in Gestalt einer Kalkplatte in ihren Saugscheiben und in Gestalt von kleinen zerstreut liegenden Kalkkörperchen, die für die einzelnen Arten charakteristich gebaut sind. Die Kalkplatte stellt eine aus mehreren Theilen sich zusammensetzende Scheibe oder besser einen Ring dar, da das Centrum der Saugscheibe stets unverkalkt bleibt. Dieser auch als Kalkrosette bezeichnete Skeletttheil setzt sich in den Saugfüsschen von *Strongylocentrotus lividus* aus sieben Theilen zusammen, von denen jeder, von der Fläche betrachtet, einer aufgeschnittenen und dann ausgebreiteten dreiblättrigen Blumenkrone zu vergleichen ist (Hoffmann 310). Diese Gebilde wurden bereits von Valentin (667) geschildert. In den Tastfüsschen der Spatangiden liegen radiär angeordnete Kalkplatten, eine Rosette bildend.

Die Kalkkörper, die in der Cutis über das ganze Ambulacralfüsschen zerstreut liegen, sind meist von halbmondförmiger Gestalt und von Valentin und Hoffmann beschrieben worden. In den Tastfüsschen (Flagella) von *Centrostephanus* fand ich dreistrahlige Kalkkörper, die unregelmässig vertheilt in der Bindesubstanz liegen. Alle diese Kalkgebilde erfahren bei Besprechung der Organe genauere Schilderung.

C. Das Hauptskelett.

Das Hauptskelett wird aus Kalktafeln gebildet, die zur Bildung einer Schale zusammentreten. Die Kalktafeln oder Skelettplatten bilden zwanzig meridionale Reihen, die durch Nähte unbeweglich verbunden, eine meist dicke unbewegliche Kapsel bilden. Nur an den beiden Polen, im Umkreis derselben, werden sie durch häutige Theile, oder besondere Plattensysteme unterbrochen. Diese zwanzig meridionalen Reihen zerfallen in zwei Gruppen von je fünf Paaren, welche paarweise derartig zusammenliegen, dass sich die einen in fünf Radien, die anderen in fünf Interradien um die Centralaxe anordnen. Die ersteren tragen die Poren für die Ambulacralfüsschen und werden Ambulacralplatten genannt, die letzteren sind undurchbohrt und heissen Interambulacralplatten. In Fig. 1, Taf. I sind die fünf Ambulacralia oder Ambulacralzonen mit *A*, die fünf Interambulacralia oder Interambulacralzonen mit *J* bezeichnet. Diese bei den lebenden Echiniden fünfeckigen Kalkplatten einer Zone berühren sich mit ihren Spitzen, sodass eine Zickzacklinie entsteht, während die Linie, welche durch die Berührung von Platten verschiedener Zonen gerade ist. Von diesen das Perisom bildenden Plattensystemen wird die Gestalt der Kapsel oder Schale im einzelnen bestimmt. Am Apicalpol der Schale grenzen die Ambulacralia und Interambulacralia an das Apicalskelett, das den Periproct umkreist, in der Weise, dass die

ambulacralen Platten an die unpaaren fünf Ocellarplatten, die interambulacralen an die fünf Genitalplatten grenzen. Am Oral- oder Mundpol grenzen die Platten des Perisoms an das Mundfeld oder Peristom, das eine häutige Beschaffenheit zeigt und Kalkplatten trägt. Das zwischen Apicalpol und Mundfeld gelegene Skelett wird auch als Corona bezeichnet.

Die Zahl von 20 Plattenreihen kommt den *Echinoidea* zu, das heisst den neozoischen Seeigeln vom Devon bis zur Jetztzeit, während bei den *Palaeechinoidea* (Duncan) jedes Interambulacrum von einer oder mehr als zwei verticalen Plattenreihen gebildet wird, und in jedem Ambulacrum zwei oder mehr verticale Reihen von Platten liegen. Diese Eintheilung ist jedoch nicht ohne Ausnahmen, weshalb Bather (A Treatise on Zoology, ed. by E. Ray Lankester, Part 3, the Echinodermata, 1900) vorschlägt, wieder zu der alten Eintheilung in Regularia und Irregularia zurückzukehren.

Im Folgenden besprechen wir das Hauptskelett in folgender Reihenfolge: das Apicalskelett (der Periproct), die Symmetrie der Schale und das Lovén'sche Gesetz, die Ambulacralia und Interambulacralia, welche das perisomatische Skelett bilden, das Peristom und die Apophysen.

1. Das Apicalskelett.
(Dorsocentralsystem.)

Bei allen Echiniden der Jetztzeit sowie der Vorzeit wird der Apicalpol von dicht granulirten Platten eingenommen, die von den übrigen Kalkplatten, die die Schale bilden, verschieden sind. Diese dicht zusammenliegenden Platten bilden das Apicalskelett, das Dorsocentralsystem (Lovén). Es setzt sich bei den regulären Formen zusammen aus drei radiär angeordneten Gruppen: den sogenannten pentagonalen Ocellarplatten, die immer in der Fünfzahl auftreten, den hexagonalen Genitalplatten, deren Zahl oft auf vier reducirt sein kann, und der pentagonalen Centralplatte. Die Ocellarplatten correspondiren mit den Ambulacren und werden auch als Radialia bezeichnet im Gegensatz zu den die Centralscheibe (Discus centralis, Dorsocentrale) kranzförmig umlagernden Genitalplatten, die auch Basalia (Costalia Müller, Lovén) genannt werden (Fig. 2, Taf. I).

Das Dorsocentralsystem ist in den einzelnen Familien sehr verschieden entwickelt. Es kann einen grossen Theil des Apicalpoles einnehmen, oder aber es ist auf einen kleinen Raum reducirt. Bei der Familie der Saleniiden, deren Vertreter bereits zur Kreidezeit die Meere bevölkerten und jetzt noch in der Tiefsee leben, zeigt sich das System in seiner ursprünglichen Gestalt dauernd fixirt. In Fig. 3, Taf. VII ist das Apicalskelett von einer Salenia abgebildet. Im Centrum liegt die Centralplatte *a*, umgeben von einem Kranz von fünf Basalia, während die Radialia *c* nach aussen zwischen je zwei Basalien liegen.

Die Centralplatte bleibt zeitlebens erhalten und wächst mit den übrigen Skeletttheilen, indem sie den centralen Raum bedeckt. An ihrem hinteren und seitlichen Theil wie an den benachbarten Genital-(Basal-) platten bildet sich durch Resorption ein Ausschnitt; so entsteht der Periproct oder das Analfeld mit der Afteröffnung, das beinahe kreisrund ist (s. die Fig. 3). Die Centralscheibe (Subanalplatte) behält stets ihre primitive pentagonale Gestalt bei und es bilden sich niemals Supplementärplatten (Agassiz). Diese Gestaltung des Apicalskeletts ist die einfachste (ursprüngliche), und man kann die übrigen modificirten Formen auf diese zurückführen, da sie zu einer gewissen Zeit die Entwickelung von jetzt lebenden Formen durchlaufen werden.

Von *Echinus droebrachensis* hat Lovén (405) ein Jugendstadium beobachtet, Fig. 1, Taf. VII, das die Centralplatte, umgeben von den Genitalplatten, central gelegen zeigt. Am hinteren Ende, zwischen ihr und den benachbarten beiden Genitalplatten, ist ein Zwischenraum zu erkennen, der erste Beginn des künftigen Periproctes. Er ist dadurch entstanden, dass die Centralplatte nicht mehr wächst, sondern sich rückbildet. Im Zwischenraum, der allmählich zunimmt, bilden sich jetzt kleine Platten, zu denen immer neue hinzutreten, sodass die ursprüngliche Centralplatte nicht mehr zu erkennen ist. Asymmetrisch, excentrisch entsteht die Afteröffnung, die somit im rechten hinteren Radius gelegen ist. Als typisches Bild kann die Fig. 2, Taf. VII dienen, indem es die Zusammensetzung des Apicalskeletts, wie es bei den meisten der regulären Echiniden sich findet, zeigt. Eine Centralplatte ist am erwachsenen Thier nicht zu erkennen, der After kann, wie in der Figur, excentrisch, oder aber im Centrum was der seltenere Fall ist, liegen.

Im Folgenden wollen wir die Gestaltung und Umbildung der einzelnen der drei Skelettgruppen näher ins Auge fassen.

1. Genitalplatten, Basalia oder Costalia. Normaler Weise treten sie in der Fünfzahl auf. Sie sind grösser als die Ocellarplatten und hexagonal (Fig. 1—4, Taf. VII). Mit den inneren Seiten stossen sie an die fünf Seiten des pentagonalen centralen Raumes. Die beiden angrenzenden berühren die Genitalplatten. Die beiden folgenden nächsten bilden mit den homologen Seiten der anliegenden Platten die Winkel, in denen die Ocellarplatten eingeschlossen sind. Die sechste Seite endlich grenzt an die Interradialzonen. Diese Art der Lagerung der Platten wird nur bei jungen Individuen und unter den erwachsenen nur bei den Cidariden erhalten. Durch den Druck, den die benachbarten Platten ausüben, und durch Resorption der verschiedenen Theile erleiden die Genitalplatten Veränderungen; besonders ihr aboraler Rand nimmt eine unregelmässige Gestalt an, wie bei *Strongylocentrotus* (Fig. 2, Taf. VII). Der mediane Theil des Randes, der mit der Naht des Interradialfeldes in Verbindung steht, verlängert sich, indem er als spitzer Winkel zwischen diese Platten hineinragt. Diese Veränderung hängt mit der Entwickelung der Geschlechtsorgane zusammen, welche bei den meisten Arten durch

einen Porus auf ihnen ihre Producte entleeren. Diese Poren können eine verhältnissmässig grosse Ausdehnung erreichen (Fig. 2, 5, Taf. VII).

Lovén betont, dass die Basalplatten nicht etwa als einfache äussere Anhänge des Geschlechtsapparates anzusehen sind, da sie sich als solide Platten anlegen und anfangs ohne Poren sind. Erst wenn die Geschlechtsproducte reifen, werden sie von den Ausführgängen durchbohrt. Sie sind vielmehr als selbständige integrirende Bestandtheile des Apicalskeletts anzusehen. Hierfür spricht auch die Thatsache, dass bei folgenden Arten der Clypeastriden, nämlich *Laganum Peroni, Putnami*, bei *Encope Valenciennesi*, bei der Gattung *Mellita* und anderen, die Genitalporen ausserhalb des Apicalapparates liegen, nämlich zwischen seinem Rande und den beiden letzten interradialen Platten, während sie bei *Clypeaster rosaceus* L. in den interradialen Nähten liegen, getrennt vom Apicalskelett durch die zwei oder drei letzten Plattenpaare. Nach den Beobachtungen von Cotteau*) liegen bei *Goniopygus*, einem echten Echiniden die Genitalporen ausserhalb des Apicalapparates interradial.

Bei einzelnen Arten hat man zwei oder drei Genitalporen auf einer Platte gefunden. Solche Fälle sind von Janet und Cuénot bekannt gegeben worden. Zwei Poren wurden bei *Arbacia punctulata, Cidaris perornata; C. sceptrifera* oft beobachtet. Bei *Stephanocidaris bispinosa* sah Al. Agassiz (8) zwei Genitalporen auf einer Basalplatte, Stewart (620) fünf Poren und drei auf der Madreporenplatte bei *Echinus acutus*, Ludwig (414) zwei bei *Astenosoma varium*, Gauthier**) bei *Hemiaster latigranda*, und zwar bei mehreren Individuen. Lambert***) fand zahlreiche Genitalporen bei *Peltastes stellulatus* (aus dem Néocomien von Auxerre) und *Hemicidaris Rathieri* (aus dem Kimméridien von Bar-sur-Aube). Die letztgenannte Art zeigte auf allen Basalplatten zwei Genitalporen, mit Ausnahme der Madreporenplatte, die nur einen besass. Bei *Salenia folium-querci* aus dem Néocomien ist wahrscheinlich die Duplicität der Poren das Normale nach Lambert†). Alle diese Monstrositäten sind von Janet und Cuénot zusammengestellt worden. Aus ihrer Darstellung geht hervor, dass bei fossilen und recenten Seeigeln die Genitalporen zahlreich auftreten können.

Die eine der fünf Basalplatten, und zwar die vordere rechte, bei den regelmässigen Seeigeln ist durch zahlreiche Poren des Steincanals durchsetzt und wird so zur Madreporenplatte (*m* in Fig. 2, Taf. VII). Diese Poren können aber auch auf die benachbarten Basalia übergreifen und sind somit nicht beschränkt auf die eine Basalplatte. Bei *Micro-*

*) Cotteau, Bull. Soc. Géol. Sér. 2, Vol. 16, p. 162; Echinides fossiles du Département de la Sarthe p. 152 u. a. Stellen.

**) Gauthier, Type nouveaux d'Echinides crétacés. p. 4. Assoc. franc. Congrès de Toulouse 1887.

***) Lambert, J., Note sur un cas de monstruosité de l'apex chez l'Echinocorys vulgaris. Bull. Soc. des Sc. de l'Yonne, 1890, 1er sem., p. 35.

†) Paléontologie francaise. Crétacées. T. 8, p. 133.

pedina Cotteaui, Echinoconus subrotundus, conicus, Rothomagensis ist dies der Fall, während bei *Discoidea infera, cylindrica, Holaster sp.* sämmtliche Basalia Poren tragen. Bei *Hemipneustes radiatus, pyrenaicus, Leymerici* finden sich Poren auch auf den Ocellarplatten (Radialia) und bei den Clypeastriden sogar auf der Scheibe (Janet, Pourtales und Cuénot).

Nach Lovén (401) kann bei *Spatangus purpureus, Brissus canariensis, Brissopsis lyrifera* eine kleine Zahl von Madreporen auf den ersten Interradialplatten des Biviums vertheilt sein. Bei *Arbacia punctulata* fanden Janet und Cuénot die Poren auf den rechts und links von der Madreporenplatte liegenden Radialplatten und den benachbarten Interambulacralplatten.

2. Radialia oder Ocellarplatten (nach Agassiz; Terminalplatten nach Bury, Pseudooculärplatten nach Perrier). Die Radialplatten correspondiren mit den Ambulacralplatten. Sie sind in der Fünfzahl vorhanden und von einem Porus durchbohrt, der bald klein, bald sehr gross sein kann, wie bei *Encope Valenciennesi.* Ihre typische Gestalt ist die eines Pentagons. Ihre beiden Aboralränder sind zwischen zwei Basalplatten gelegen, die beiden Seitenränder zwischen den Interambulacralfeldern, und zwar derartig, dass der adorale Rand etwas vorspringt und in der Mitte zwischen zwei halbmondförmigen Ausschnitten den Porus trägt, durch den der Terminaltentakel — Fühler — (nach Al. Agassiz und Hamann) hindurchtritt (vgl. unten das Kapitel Nervensystem). Diese pentagonale Gestalt wechselt bei weiterem Wachsthum. Während normalerweise die Radialplatten im Winkel zwischen zwei Basalplatten liegen, nehmen sie bei einigen Gattungen eine andere Lagerung ein. Bei den regulären Formen sind sie grösser, regelmässig entwickelt, bei den älteren Gruppen, wie Cidariden, Saleniiden, Echinoconiden, hingegen kleiner, oder sehr klein bei den Clypeastriden. Gewöhnlich wird jede Terminalplatte von nur einem Porus durchbohrt. Lovén (401) fand bei *Arbacia nigra* zuerst zwei Poren. Wie die Beobachtungen von A. Agassiz (17), Duncan und Sladen (194) ergeben, kommen allen Arten der Gattung *Arbacia* zwei Poren zu, ebenso der Gattung *Coelopleurus.* Bei den fossilen Gattungen *Melonites, Palaeechinus* wurden ebenfalls zwei Poren gefunden. Bei *Tiarechinus princeps* (siehe die Tafel) fand Lovén (404) überhaupt keine Poren auf den Terminalplatten.

Bei den regulären Echiniden liegt die Afteröffnung im Apicalsystem excentrisch (subcentral), in der Hauptaxe endocyclisch. Bei den irregulären Seeigeln tritt der After aus dem Apicalsystem heraus in den hinteren Interradius, wo er eine verschiedene Lage einnehmen kann; das Apicalsystem behält aber seine Lagerung auf der Rückenseite bei. Die Afteröffnung treffen wir dann — exocyclisch gelegen — entweder auf der Rückenseite oder gar auf die Bauchfläche gerückt an.

Bei den einzelnen Familien können folgende Modificationen nach Lovén eintreten. Bei den Pygasteriden, primitiven irregulären Echiniden.

zu denen die Gattungen *Pygaster*, *Holectypus*, *Galeropygus*, *Pileus* u. a. gehören, gestalten sich die Verhältnisse folgendermaassen. In der Gattung *Pygaster* und *Galeropygus* ist die fünfte Basalplatte weggefallen, in der Gattung *Pileus* und *Holectypus* ist sie zwar erhalten geblieben, aber der Genitalporus fehlt auf ihr. Nur bei Individuen aus der Kreidezeit tritt der Porus von neuem auf. In der Gattung *Discoidea* ist der Porus erhalten bei den Individuen, die aus dem Turon stammen (Cotteau), fehlt aber jenen aus tieferen Schichten.

Durch den Austritt des Afterfeldes (Periproct) sind Veränderungen in der Lage der übrigen Theile des Apicalskeletts zu einander eingetreten. Der Raum des Afterfeldes wird nun entweder von der Madreporenplatte, der vorderen rechten Basalplatte eingenommen, die sich stark vergrössern kann, wie bei *Pygaster dilatatus*, oder aber die Basalia treten bei anderen zusammen und die Poren des Steincanals vertheilen sich auf sie, wie bei *Discoidea*, Fig. 4, Taf. VII, oder aber es verschmelzen die Platten wie bei den Clypeastroiden, wo bald die Radialia untereinander, bald mit den Basalia zu einer Platte sich verbinden. In dieser Ordnung ist das Apicalskelett zu geringer Ausdehnung zusammengeschrumpft. Die von zahlreichen Poren durchsetzte Madreporenplatte liegt in der Mitte der Rückenfläche, in den Gattungen *Clypeaster*, *Encope*, *Mellita*, *Rotula* und einzelnen Arten der Gattung *Laganum*, Fig. 9, Taf. VII. Bei anderen Arten dieser Gattung öffnen sich die Poren in verzweigten Linien. Bei *Echinocyamus* hingegen ist nur ein Porus entwickelt. Die Radialia können erhalten sein wie bei *Clypeaster*, bei welcher Gattung die Genitalporen aus dem Apicalskelett heraus in die Interambulacralplatten, zwischen deren Nähte getreten sind, *Clypeaster rosaceus* (Fig. 6, Taf. VII). Bei anderen liegen sie dem Apicalskelett der Basalplatten an, zwischen dessen Rand und den beiden letzten interradialen Platten (*Laganum, Peroni, Putnami*, *Encope Valenciennesi, Mellita* u. a.), wie schon oben erwähnt wurde.

Bei den zahnlosen Echiniden finden sich in der Lagerung, Form und Grösse der einzelnen Platten bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Die fünfte, hintere Basalplatte ist durch das Austreten der Afteröffnung verloren gegangen. Für die Centralplatte gilt dasselbe, oder sie ist, falls sie sich noch findet in der Gestalt verändert, klein oder in zwei oder mehrere unregelmässige Stücke getheilt. Diese Theilung der Scheibe zeigt sich während der Juraperiode (*Galeropygus Marconi*). Bei den Collyritiden findet man kaum noch Spuren von der Centralscheibe. Sie ist vollständig verschwunden bei den Ananchytiden (*Holaster* und *Ananchytes*). Das Porensystem des Steincanals liegt bei ihnen nach dem rechten vorderen (zweiten) Basale. Dieselben Verhältnisse herrschen bei dem grösseren Theil der Spatangoiden der Kreidezeit, bei der Gattung *Micraster*. Gegen das Ende der Kreidezeit treten veränderte Verhältnisse ein, zunächst bei den Gattungen *Prenaster* und *Macropneustes*, um dann zur Tertiärzeit und Jetztzeit allgemein zu werden.

Die Centralplatte tritt von neuem auf, indem sie mit der zweiten Basalplatte verschmilzt und von dem Porensystem des Steincanals durchbohrt wird, wie es bei *Pygurus* der Fall ist (Fig. 7, Taf. VII). Bei den Arten mit subcentralem Periproct sind die Radialia I und V verlängert, um den Raum auszufüllen, der durch seinen Austritt entstanden ist.

Sobald die Centralplatte und die fünfte, hintere Basalplatte ohne Genitalporus von neuem auftreten (jüngere Epochen und Jetztzeit), tritt eine Verschmelzung der vorderen rechten (zweiten) Basalplatte mit der Centralplatte und der fünften hinteren ein, Hand in Hand mit dieser Verschmelzung breitet sich das Porensystem auf dieser so entstandenen unpaaren Platte aus, die sich jetzt als Madreporenplatte nach hinten verlängert (Fig. 3, Taf. VII). Hierbei wird das erste und vierte Basale auseinandergedrängt. Die Genitalporen des zweiten Basale sowie des dritten können sich zurückbilden, sodass nur zwei Poren übrig bleiben.

Eine Verlängerung des Apicalsystems ist besonders deutlich bei den Ananchytiden, *Holaster suborbicularis* Fig. 6, Taf. VII. Das vordere rechte Basale trägt das Porensystem. Die beiden vorderen Basalia werden von dem dritten und vierten durch zwei Radialia getrennt. Das fünfte Radiale fehlt. Bei der Gattung *Collyrites* kommen die beiden hinteren Radialia getrennt von den übrigen Platten zu liegen, Fig. 7, Taf. VII. Zwischen ihnen liegen Interradialplatten. Es liegen also die beiden Radialia des Bivium, I und V, getrennt vom übrigen Skelett, den vier Basalia und drei Radialia des Trivium, die eine Gruppe für sich bilden. Die Centralscheibe ist verschwunden.

Das Apicalsystem der Pourtalesien ist vollständig anormal. Es besteht bei *Pourtalesia Jeffreysi* aus einer irregulären Platte. Auf dieser Platte befinden sich die Madreporen zerstreut in der Mitte. Radialia sind nicht vorhanden. Vier Genitalporen sind folgendermaassen angeordnet: der zweite und dritte liegt nahe dem Ambulacrum III, der erste und vierte dem II. und IV. Ambulacrum zugekehrt. Bei anderen Exemplaren dieser Gattung waren das 1., 4. und 5. Radiale von der Centralplatte getrennt. Aehnlich ist das Verhalten bei anderen Arten. Bald sind die Basalia mit der Centralplatte zu einem Stück verschmolzen, bald getrennt erhalten. Immer fehlen die Radialia. Das Apicalsystem ist stets nach vorn gerückt und wird von den apicalen Endplatten der beiden hinteren Ambulacren durch Platten getrennt, die den Interradien 1, 4 und 5 angehören, wie Fig. 8, Taf. VII zeigt. Eine ausführliche Darstellung aller dieser Verhältnisse findet sich bei Lovén (401, 404) und muss hierauf verwiesen werden.

2. Das perisomatische Skelett.

A. Die Symmetrie des Seeigelskeletts.

Die Schale eines regulären Seeigels mit ihrem kreisrunden bis fünfeckigen Ambitus und der Wiederholung der doppelten Plattenreihen in

den Ambulacren und Interambulacren, wie es Fig. 1, Taf. I zeigt, lässt auf den ersten Blick eine regelmässige Anordnung in Strahlen (Radien und Interradien) erkennen, die man zunächst für streng radiär zu halten geneigt sein wird, zumal dem Afterfeld, am Apicalpol, die Mundöffnung am Oralpol diametral gegenüberliegt. Ein anderes Bild zeigt ein unregelmässiger Seeigel. Bei der oberflächlichen Betrachtung wird man den Bau seiner Schale für streng bilateral symmetrisch gestaltet halten. Durch vergleichende Skelettuntersuchungen hat Lovén uns aber gezeigt, dass die Schalen der regulären und irregulären Seeigel nach demselben Princip gebaut sind, dass es weder eine regelmässig strahlige noch eine genaue bilateral symmetrische Anordnung der Plattensysteme giebt, sondern dass vielmehr ein bilateraler nicht genau symmetrischer Bau des Skelettes vorherrscht.

Betrachtet man einen unregelmässigen (zahnlosen) Seeigel, so tritt durch seine mehr weniger eiförmige Gestalt, durch die excentrische Lage der Mund- und Afteröffnung, die ausnahmslos im unpaaren Interradius gelegen ist, ohne weiteres die Vorder-Hinterachse, die Symmetrieebene des Körpers hervor. (Collyritiden, Ananchytiden, Spatangiden, Cassiduliden und Echinoneiden.) Das Madreporensystem liegt bei diesen Formen meist nicht wie bei Echinoiden und Cidaroiden in der rechten vorderen Genitalplatte, sondern es kann sich auf eine (die rechte vordere) oder mehrere der Genitalplatten und Centralscheibe erstrecken.

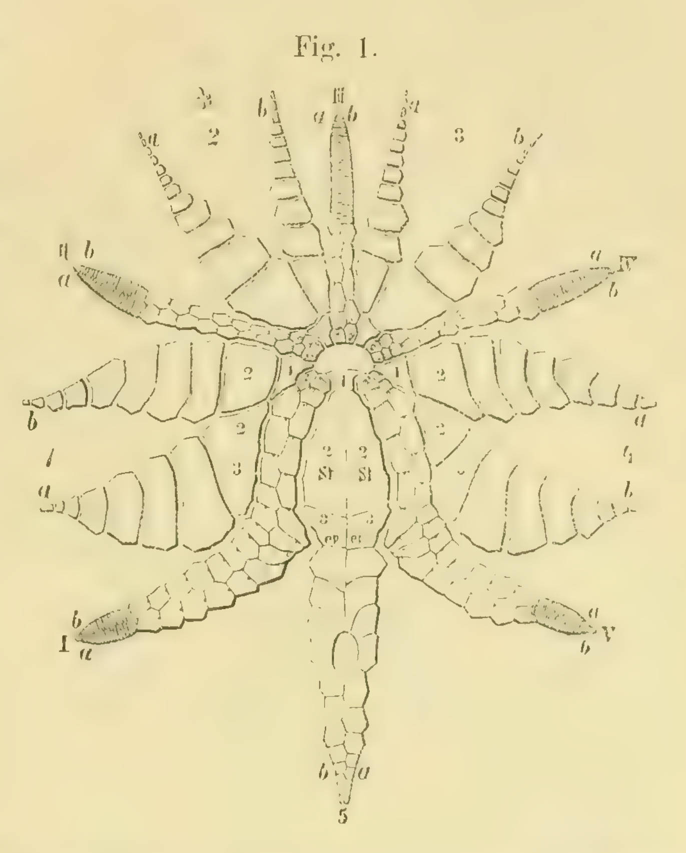
Bei den regelmässigen, mit Zähnen versehenen Seeigeln, deren After aus dem Apicalpol gerückt und in ein Interambulacralfeld (Interradius) zu liegen kommt, ist trotz des kreisrunden oder fünfeckigen Ambitus, der centralen Lage der Mundöffnung und der gleichmässigen Ausbildung der Ambulacren, die Symmetrieebene ohne weiteres durch die Lage des Afterfeldes in dem als hinteren Interradius bezeichneten Strahl gekennzeichnet (Holectypoiden, *Pygaster*, *Discoidea*).

Bei den Echinoiden und Cidaroiden, mit im Apicalpol gelegenem Afterfeld, liegt das Madreporensystem in einer der fünf Genitalplatten. Nach Analogie mit den Spatangoiden der Kreidezeit, bei denen der Madreporit in der rechten vorderen Genitalplatte liegt, hat man auch bei den regulären Formen die Genitalplatte mit dem Madreporiten als rechte vordere angesehen und die Achse, welche durch das unpaare vordere Ambulacrum geht, als die Symmetrieachse (axe antério-postérieure Lovén's) bezeichnet. Dass diese Orientirung richtig ist, geht daraus hervor, dass dieselbe Formel, welche für die Ambulacralplatten bei den zahnlosen Echinoideen existirt, auch für alle zahntragenden Echinoideen gilt. Das ist an sehr jungen Individuen zu constatiren, an denen man die Primärplatten unterscheiden kann (*Strongylocentrotus*).

Diese Formel, das Lovén'sche Gesetz genannt, wollen wir im Folgenden an zwei Skeletten eines irregulären und regulären Echinoideen betrachten.

Wir nehmen mit Lovén die Schale eines Spatangiden in der Weise, dass wir sie mit der Mundöffnung nach oben, den unpaaren Interradius nach hinten, in einer Ebene vor uns ausbreiten. (Fig. 1.) Die Zählung der Radien und Interambulacren beginnt von der linken Seite des Biviums, von links nach rechts (das heisst von der rechten Seite des Thieres nach der linken). Das erste Ambulacrum wird mit *I* bezeichnet und nun im Sinne des Uhrzeigers die folgenden mit *II*, *III*, *IV*, *V*. In jedem Ambulacrum (und Interambulacrum) werden die Platten der ersten Reihe mit *a*, der zweiten mit *b* gekennzeichnet. Untersucht man jetzt die das Peristom begrenzenden Ambulacralplatten *Ia*, *IIa*, *IIIb*, *IVa*, *Vb*, so wird man finden, dass sie grösser sind und von einem Doppelporus mehr durchbrochen sind als die kleineren Platten *Ib*, *IIb*, *IIIa*, *IVb*, *Va*, mit anderen Worten: bei den irregulären Formen besteht eine Asymmetrie der Peristomplatten der Ambulacren des Triviums, im Verhältniss zu der Vorder-hinter Achse, während die Peristomplatten des Biviums symmetrisch (bilateral-symmetrisch) sind. Diese Asymmetrie der Ambulacren des Triviums und die Symmetrie der Ambulacren des Biviums gilt für alle Echinoideen in der Jugend wie im erwachsenen Zustande, und zwar nicht nur für die Irregulären, sondern auch für die Regulären. Als Beispiel wählen wir das Skelett eines jungen *Strongylocentrotus droebachensis* von 3—6 mm Durchmesser nach Lovén.

Fig. 1.

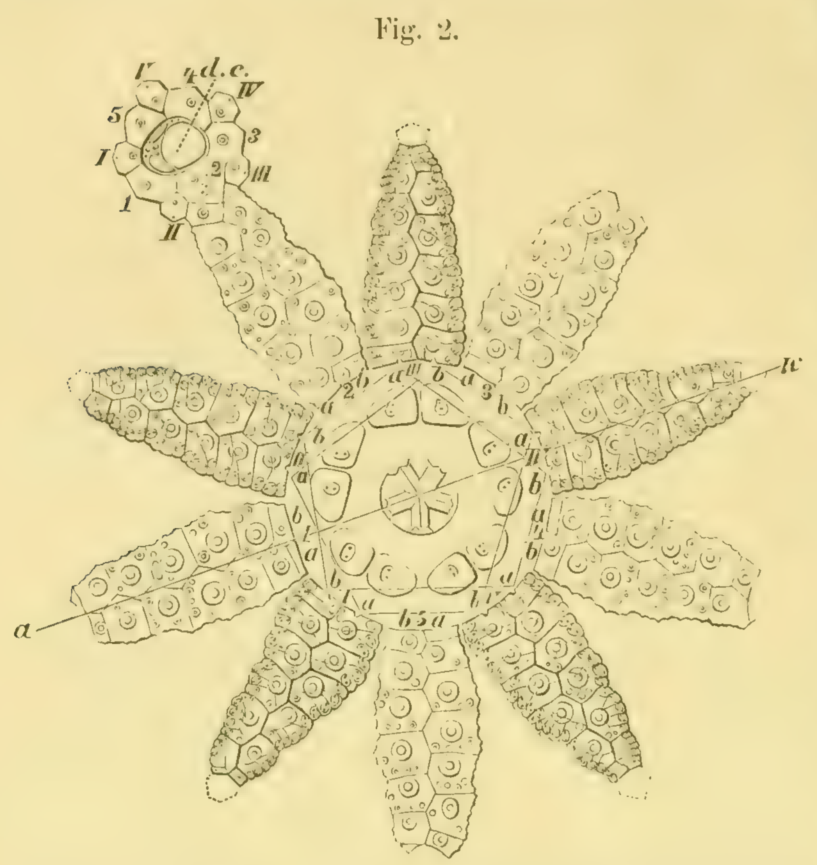


Ausgebreitetes Skelett einer jungen *Brissopsis lyrifera* Forb. (nach Lovén). *I*—*V* Ambulacralplattenfelder (Radien). *1*—*5* Interambulacralplattenfelder (Interradien).

Von den 10 ambulacralen Randplatten des Peristoms fallen 5 auf durch ihre Grösse. Sie bestehen aus drei Primärplatten und tragen drei Doppelporen, während die übrigen fünf nur aus zwei Primärplatten bestehen und nur zwei Doppelporen tragen. In der Figur ist das Skelett so orientirt, dass die Mundöffnung nach oben gekehrt ist und das unpaare Ambulacrum nach vorn, die Platten *Ia*, *IIa*, *IIIb*, *IVa*, *Vb* sind die dreitheiligen, die Platten *Ib*, *IIb*, *IIIa*, *IVb*, *Va* die zweitheiligen. Auch für die Regulären gilt somit die gleiche Formel, das heisst die peristomalen Ambulacralplatten des Triviums (*II*, *III*, *IV*) haben zur Medianebene des unpaaren Radius und Interradius eine asymetrische

Gestaltung, während die beiden Ambulacren des Biviums *(I, V)* symmetrisch sind. Die Madreporenplatte liegt in der rechten vorderen Basalplatte zwischen den Ambulacren *II* und *III*, genau wie es bei dem *Spatangus* der Fall war. Somit ist bewiesen, dass die Bestimmung des unpaaren Radius und Interradius auch für die regulären Seeigel nach der vorderen rechtsseitigen Lage des Madreporiten richtig ist.

Fig. 2.



Das Skelettsystem eines jungen *Strongylocentrotus droebachensis* in einer Ebene ausgebreitet, nach Lovén. Bezeichnung der Buchstaben wie in Fig. 1. Im Centrum liegen die Zähne, umgeben von den 10 Peristomplatten.

Dieses Lovén'sche Gesetz gilt nicht nur für die peristomalen Ambulacralplatten. Es hat auch für die Interambulacren Geltung. Betrachten wir die Interradien in Fig. 2 näher — wir bezeichnen sie in derselben Weise wie bei der Zählung der Ambulacren beginnend, mit *1, 2, 3, 4, 5* und die Platten der ersten Reihe mit *a*, die der zweiten mit *b* — so findet die Lovén'sche Formel auch hier Bestätigung. Die kleinere Peristomplatte und die grössere der beiden letzten dicht an der Genitalplatte, gehören zu den Reihen *1a, 2a, 3b, 4a, 5a*, während die grössere Peristomplatte und die kleinere dicht an der Genitalplatte in die Reihe *1b, 2b, 3a, 4b, 5b* gehören.

B. Die Ambulacralfelder.

Wie bereits dargelegt wurde, setzt sich die Skelettschale bei den Echinoideen der Jetztzeit (*Euechinoidea*) aus zwanzig meridionalen Plattenreihen zusammen, von denen je 10 paarweise die vertikalen Ambulacralfelder und Interambulacralfelder bilden.

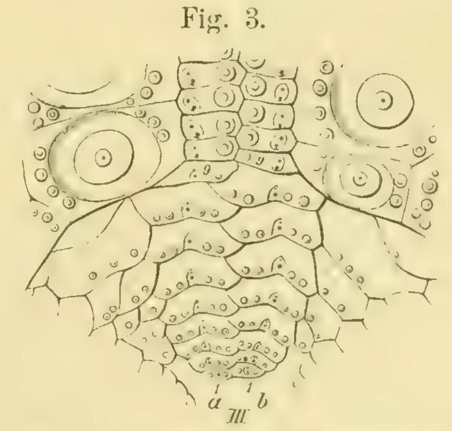
Bei den Seeigeln der Vorzeit ist die Zahl der Plattenreihen sehr wechselnd. Bei *Bothriocidaris* besteht jedes Ambulacralfeld aus zwei vertikalen Reihen von hexagonalen Platten, von denen jede von einem oder zwei Porenpaaren durchbohrt ist. Die Interambulacralfelder bestehen nur aus einer einfachen Reihe von Platten, die nicht bis zum Peristom reichen, sondern von ihm durch die peristomalen Ambulacralplatten

getrennt werden. Bei den Palaeodisciden finden wir die Ambulacralplatten in zwei Reihen stehen, die Interambulacralplatten sind zahlreicher und unregelmässiger angeordnet. In allen Fällen haben die *Palaechinoidea* mehr als zwei (bis 11) Reihen von Interambulacralplatten, während die Ambulacralplatten meist in zwei Reihen liegen, nur bei den *Melonitida* finden sich zwei oder mehr (4—10 Reihen). Am einfachsten sind die Interradien von *Tiarechinus* gestaltet, indem nur 4 Interambulacralplatten in jedem Interradius liegen (siehe die Tafel Systematik).

Ambulacralplatten. Die Platten der Ambulacren zeigen in ihrer Gestalt, Verschmelzung unter einander und Lage der Porenpaare mannigfache Abweichungen. Als Regel gilt, dass auf jeder Ambulacralplatte bei allen Seeigeln ein Paar Poren (Doppelporen) vorkommt. Bei *Melonites* sind sie auf den zahlreichen Reihen von Ambulacralplatten breit auseinander gestreut, bei den übrigen auf die beiden Plattenreihen in jedem Radius beschränkt, wo sie sich dann stets gegen den äusseren oder Ambulacralrand der beiden Reihen soviel wie möglich zusammendrängen, sodass sie längs der beiden Reihen eines Ambulacralfeldes herablaufend jederseits eine meridionale Doppelreihe von Poren (und diesen entsprechenden Füsschen) oder einen Fühlergang (ambulacrum) bilden, zwischen welchen beiden Reihen ein mittlerer porenloser Theil des Ambulacralfeldes übrig bleibt, der gewöhnlich lanzettlich gestaltet, auf linearen Ambulacralfeldern aber sehr schmal, rauh und etwas erhaben zu sein pflegt.

Am einfachsten ist das Verhalten der Ambulacralplatten bei den Cidaroiden und Spatangoiden. Es sind schmale, von einem Doppelporus durchsetzte Primärplatten, das heisst Platten, die vom Rande eines zweireihigen Ambulacrums bis zur Medianlinie zwischen den beiden Reihen sich erstrecken. Durch diese im ganzen Verlauf des Ambulacrums sich gleich bleibenden schmalen Platten erscheint dieses selbst als eine schmale Strasse, daher sie auch Angustistellen genannt werden. Diese einfache Lagerung erklärt sich folgendermaassen. Die Entstehung und Bildung der Ambulacralplatten geschieht im Umkreis des Apicalpoles, indem unterhalb der Genitalplatten in doppelten Reihen einfache Primärplatten auftreten, die nach unten, dem Peristom zu, die älteren Platten verdrängen. Das ist möglich, da die Auriculä (siehe unten) bei den Cidaroiden auf den Interambulacren sitzen (Apophysen der Interambulacralplatten), und so die Ambulacralplatten nicht in ihrem Wachsthum hindern können (Lovén 400, 401). Diesen Typus der Ambulacralplatten nennt man auch cidaroid.

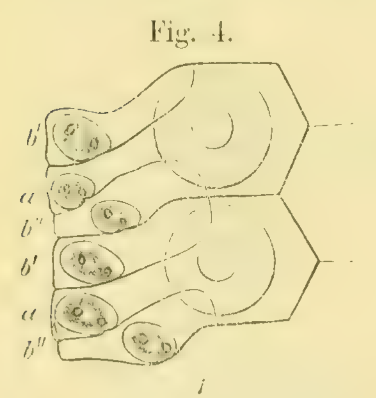
Fig. 3.



Theil des Peristoms (Mundhaut) von *Cidaris papillata*, mit angrenzendem Ambulacrum *III* und benachbarten Interambulacren (nach Lovén).

Anders gestalten sich die Platten bei den sogenannten Latistellen (*Arbacia*, *Diadema*, *Echinus*, *Echinometra*). Bei ihnen sind die Auriculä mit den ältesten Ambulacralplatten am Peristomrand verwachsen. Bilden sich nun am Apicalrand unterhalb der Genitalplatten neue Platten, so wird gegen den Peristomrand ein Druck ausgeübt. Ein Nachrücken auf die Mundhaut ist aber ausgeschlossen, da die Auriculä durch ihre Verwachsung die Ambulacralplatten daran hindern. Die Folge ist, dass die neu gebildeten Ambulacralplatten nicht Primärplatten bleiben, sondern verschmelzen, und, je weiter sie sich vom Apicalrand entfernen, breiter werden. Wir unterscheiden binäre, das heisst aus zwei Primärplatten entstandene, und ternäre, das heisst aus drei Primärplatten verschmolzene Grossplatten oder zusammengesetzte Platten. Die Primärplatten erstrecken sich nicht immer von der Mediannaht bis zum Rande, sondern ein Theil erreicht die Mediannaht nicht. Sie werden dann als Halbplatten bezeichnet (Fig. 4). Die adorale und aborale Primärplatte jeder Grossplatte sind Ganzplatten, die zwischenliegenden oder intermediären Primärplatten sind Halbplatten. Ihre Zahl nimmt gegen den Apicalpol zu. Anfangs sind alle Primärplatten Ganzplatten; durch das Breitenwachsthum der Grossplatte werden sie zu Halbplatten, da ihr Wachsthum nach der Medianlinie gehemmt ist. Die Grossplatte entsteht in der Weise, dass die neuen am Apicalpol neu entstandenen Primärplatten am aboralen Rand der zuletzt entstandenen Grossplatte sich vereinigen. Durch das Wachsthum, das in transversaler Richtung schneller fortschreitet, als in medianer, verschieben sich die Porenpaare. An jungen Thieren liegen die Porenpaare am äusseren Rande gegen das Interambulacrum zugewandt und bilden einen schwachen Bogen, den Primärbogen. Bei zunehmendem Breitendurchmesser rücken die Porenpaare der Medianlinie (Mediansutur) näher. So entstehen die Secundärbogen. Endlich sind noch die Veränderungen zu erwähnen, welche die peristomalen Grossplatten erfahren, die mit den angrenzenden Grossplatten verschmelzen und als Grossplatten zweiter, später dritter Ordnung bezeichnet werden, während die Porenpaare des Peristomrandes sich rückbilden können. Alle diese Verhältnisse sind ausführlich durch Lovén (401) beobachtet worden und muss auf die musterhaften Abbildungen des schwedischen Forschers verwiesen werden.

Fig. 4.



Zusammengesetzte Ambulacralplatte vom Ambitus von *Arbacia pustulosa* (nach Duncan und Sladen). *a* Primärplatte, *b' b''* die aborale und adorale Halbplatte.

Unter den Latistellen (im Gegensatz zu den Angustistellen) finden sich verschiedene Typen der Grossplatten. Bei der *Arbaciidae* sind die Ambulacren schmal und nach dem Peristom zu meist blattförmig verbreitet. Die Primärplatten sind in Gruppen zu drei angeordnet, aber nicht zu einer Grossplatte verschmolzen. Die mittlere

ist eine Primärplatte, die zwei anderen schmale Halbplatten (Fig. 4, arbacioider Typus). Bei den *Diadematidae* sind alle Platten Primärplatten, die zu drei zu einer zusammengesetzten Platte verschmolzen sind. Die Porenpaare sind bogenförmig um die Primärtuberkeln der Stacheln angeordnet, wie es Fig. 5a zeigt, diademoider Typus. Die Echiniden (*Echinina Gregory*) im engeren Sinne zeigen folgenden Typus. Die Ambulacralplatten setzen sich zusammen aus einer adoralen und einer aboralen Primärplatte, zwischen denen eine oder mehrere Halbplatten liegen. Diesen Typus der zusammengesetzten Platte nennt man den echinoiden, Fig. 5b. Die Porenpaare stehen in einem schrägen Bogen zum Tuberkel. Desor und später Agassiz benutzten die Zahl der Porentäfelchen, um die verschiedenen Gattungen in zwei grosse Gruppen zu scheiden, die sie *Oligopori* und *Polypori* nannten. In der Gruppe der *Oligopori* unterschied Desor drei Fälle, nämlich unigéminés, wenn die Porenpaare in einer meridionalen Reihe folgen; bigéminés, wenn sie durch quere Verschiebung zwei Reihen; trigéminés, wenn sie drei Reihen bilden. Die *Polypori* zerfielen in zwei Abtheilungen; in der ersten bilden die fünf oder mehr Porenpaare einen äusseren Halbbogen, in der zweiten zeigen sie regelmässige Längsreihen um dieselben. Diese Eintheilung hat nur noch einen historischen Werth.

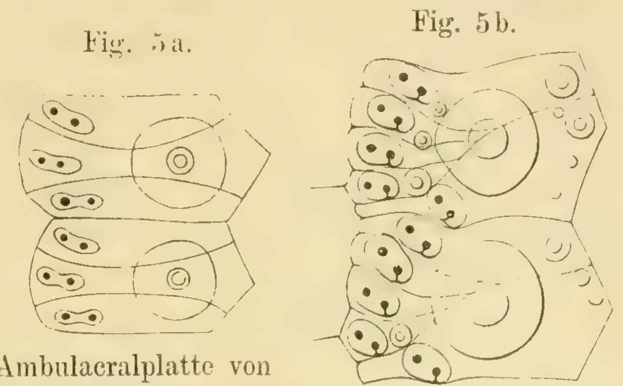


Fig. 5a. Ambulacralplatte von *Diadema*.

Fig. 5b. Ambulacralplatten von *Strongylocentrotus droebachensis*.

Ein fünfter Typus wird als cyphosomoid bezeichnet. Er findet sich bei den Cyphosomatiden, ausgestorbenen Gattungen. Bei ihnen bestehen die zusammengesetzten Ambulacralplatten, die drei bis sieben Porenpaare in einen Bogen angeordnet tragen, aus einer adoralen und supra-adoralen, und oft auch aboralen Primärplatte, während die mittleren Platten Halbplatten sind, Fig. 6.

Die Gruppe der Echinothuriden, deren lebende Vertreter zur Tiefseefauna gehören, zeigt in der Verbindung der Ambulacralplatten (wie Interambulacralplatten) Besonderheiten, die bereits an dieser Stelle gewürdigt werden müssen. Die schuppenförmigen Platten verschmelzen bei *Asthenosoma* nach Sarasin (590) nicht mit einander zu Grossplatten. Jede Platte zeigt ein Ambulacralporenpaar und bleibt isolirt, nur stellenweise kann eine Verschmelzung eintreten, was aber die Ausnahme ist. Zwischen den einzelnen Platten liegt die nackte Haut. Nach der Mitte des Ambulacralfeldes verlängert sich immer die dritte Porenplatte, indem sie einen Fortsatz nach der Medianlinie schickt, der mit dem Fortsatz der Platte der anderen Reihe alternirt.

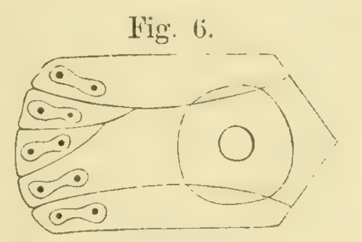


Fig. 6. Ambulacralplatten von *Cyphosoma*.

An dieser Stelle schieben sich die Platten über einander. Die Ambulacralplatten stehen isolirt in Trupps zu je drei, wie Fig. 1, Taf. VIII, nach Lovén zeigt. Die grösste aborale Platte ist eine Ganzplatte, die beiden kleinen adoralen sind Halbplatten (Lovén 405). Die Richtung, in der sich bei den Echinothuriden die Platten dachziegelartig decken (Imbrication) verläuft in den Ambulacren in umgekehrter Richtung wie in den Interambulacren. Auf den Fortsätzen der Ambulacralplatten, die sich verbreitern, stehen die Stacheln.

Eine besondere Bildung zeigen die Ambulacren bei den irregulären Seeigeln, in den Ordnungen der Holectypoiden, Clypeastroiden, Spatangoiden. Während bei den oben geschilderten regulären Formen die Ambulacren im grossen Ganzen in ihrem Verlaufe gleich breit und sämmtlich gleich gross sind, ändert sich ihr Bau, sobald das Afterfeld excentrisch zu liegen gekommen ist. Bei diesen unregelmässigen Seeigeln, wie den Clypeastroiden sind die Ambulacren nur selten unter einander gleich, meist lassen sich Grössenunterschiede in den vorderen, seitlichen und hinteren Feldern unterscheiden. Sobald aber auch der Mund mit dem Mundfeld seine centrale Lage verändert und nach vorn rückt und die unteren Enden der hinteren Felder nach sich zieht, während er die vorderen verkürzt, treten diese Unterschiede in der Ausbildung der Ambulacren desto schärfer hervor. Bei diesen Seeigeln ist die Körperform meist eiförmig, der Körper ist in die Länge gezogen. Betrachten wir den Holzschnitt Fig. 1 auf Seite 1051, der das Skelettsystem einer *Brissopsis lyrifera* darstellt, bei welcher das Mundfeld ziemlich weit nach vorn verschoben ist, so fällt die ungleiche Ausbildung und Länge des vorderen unpaaren und der seitlichen beiden Ambulacren im Verhältniss zu den paarigen hinteren auf. Die ersteren drei Ambulacren, das Trivium, sind verkürzt, während die letzteren verlängert sind. Diese Verkürzung tritt immer mehr zu Tage, je weiter das Mundfeld nach vorn rückt, während dementsprechend sich die beiden hinteren Ambulacren, das Bivium, verlängern müssen, da sie jetzt einen grösseren Theil der Bauchfläche besetzen. Die Ausdehnung der Ambulacren auf der Rückenfläche richtet sich nach der Lage des Afters, ob dieser central oder excentrisch liegt, und ob er nach vorn oder nach hinten zu verschoben ist. In dem ersteren Falle muss natürlich das Trivium verkürzt sein, im letzteren das Bivium.

Bei den meisten Spatangoiden sind die Porenpaare nur auf die im Umkreis des Scheitelpoles liegenden Ambulacralplatten (ambulacra petaloidea) beschränkt, sodass eine vier- oder fünfblättrige Ambulacralrosette, das Petalodium, zu Stande kommt. Unter den lebenden Spatangiden fehlt sie den Tiefseeformen *Homolampas fragilis A. Ag.* und *Palaeotropus Josephinae* Lovén. Bei den übrigen Formen, sowie den Clypeastroiden sind Petalodien ausgebildet. Ein Petalodium kommt dadurch zu Stande, dass die Ambulacralporen eines Ambulacrums vom Scheitel an divergiren, weit auseinanderstehen und so eine blumenblatt-

ähnliche Figur bilden, die man als offene bezeichnet (subpetaloides Petalodium), wenn deren beiden Seitencontouren sich gegen den Rand des Körpers hin zwar einander etwas nähern, aber doch mit einer geringen Biegung noch deutlich oder wegen aufhörender Jochung der Poren nur undeutlich über den Rand hinab bis zum Munde fortsetzen (Cassiduliden, Spatangiden u. a.); geschlossen heisst ein Petalodium, wenn die beiden verbreiterten Paare der Poren eines Ambulacrums vor der Erreichung des Ambitus sich im Bogen verbinden, wie bei den Clypeastroiden (Scutella, Clypeaster u. a.) (vergl. die Holzschnitte Fig. 1, p. 1051) und Fig. 7. Unterhalb der Petalodien stehen die Poren einzeln, zerstreut, und sind meist kleiner. Die beiden Poren eines Paares sind bei Clypeastriden und Spatangiden (ebenso bei vielen Cidariden) durch eine Querrinne mit einander verbunden oder gejocht (conjugirte Poren).

Fig. 7.

Plattensystem von *Encope Valenciennesi Ag.* nach Lovén, geschlossenes Petalodium.

Bei den Clypeastriden mit petaloiden Ambulacren und gejochten Paaren stehen die Porenpaare der Petalodien nicht auf den Platten, sondern in den Nähten zwischen ihnen; nur an den gebogenen Enden der Petalodien gehen sie theilweise auf erstere über oder fehlen, indem die Nähte der abwechselnd breiten und schmalen Täfelchen der hier immer schiefer werdenden Richtung der Porenjoche nicht folgen können. Eine weitere erhebliche Abweichung vom normalen Bau zeigt diese Familie, indem ausser den grossen Poren über die Platten kleinere Poren zerstreut sind (Agassiz), welche Querreihen bilden und darin mit dem Wachsthum der Platten in die Breite an Zahl zunehmen. Sie bedecken in zahlloser Menge nicht nur den ganzen inneren Raum der Petalodien, sondern erstrecken sich auch über fast den ganzen seitlichen und unteren Verlauf der Ambulacralfelder und treten sogar auf die Interambulacralfelder über (siehe weiter unten Kap. Wassergefässsystem).

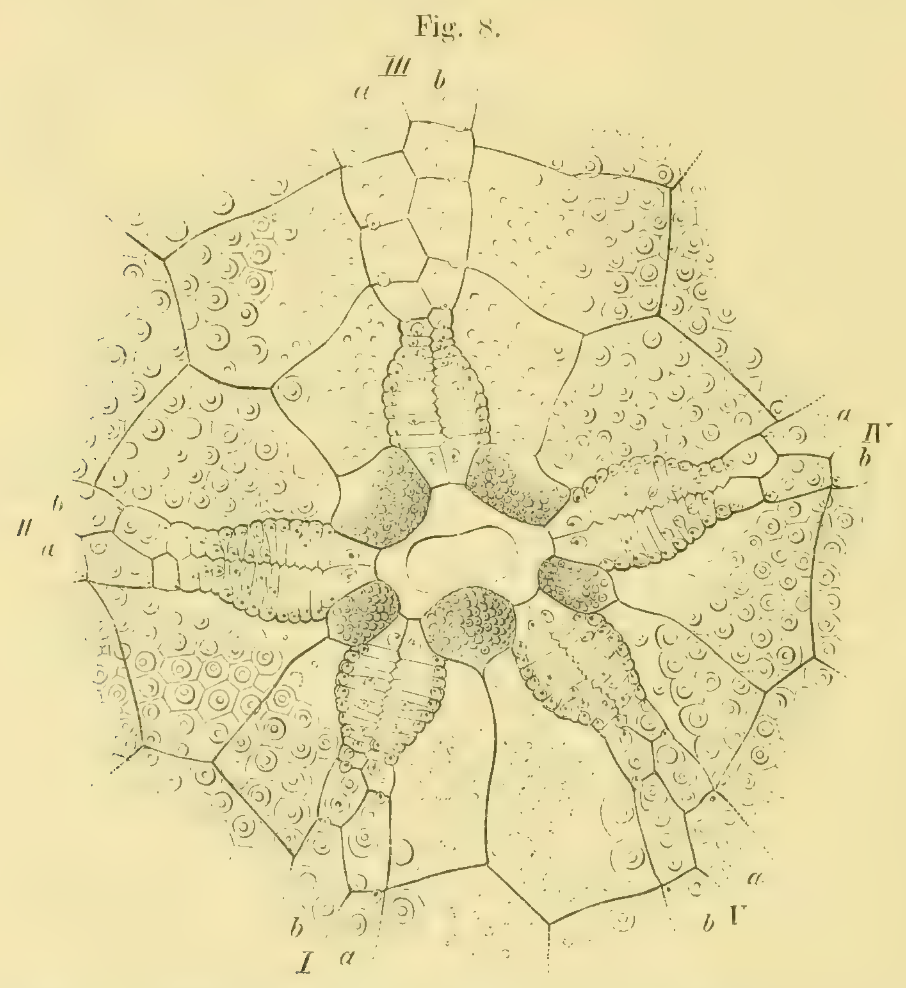
Endlich ist hervorzuheben, dass das vordere unpaare Ambulacrum bei vielen unregelmässigen Seeigeln besonders gestaltet sein kann und sich so von den vier übrigen Ambulacren unterscheidet. Auch hinsicht-

lich der Lage und Zahl der Porenpaare treten Unterschiede auf. So besitzen die Spatangiden eine ausgeprägt vierblättrige Rosette, indem das vordere Ambulacrum einfach bleibt, wie es besonders deutlich bei *Spatangus, Meoma, Brissus* u. a. hervortritt. (Vergl. die Tafeln in Lovén's „Études sur les Échinoidées.")

Die petaloiden Ambulacren sind bei vielen Gattungen rinnenförmig vertieft, wie die Figuren auf den einzelne Arten darstellenden Tafeln zeigen. Ueber die Bruträume — denn als solche dienen die Petalodien bei einzelnen Gattungen — wird weiter unten gesprochen werden.

Bei den Cassiduliden bilden sich die peristomalen Interambulacren, besonders die des vorderen Paares, mächtig aus, sodass die ambulacralen

Fig. 8.



Peristom eines *Cassidulus pacificus A. Ag.* nach Lovén, Phyllodium mit den fünf unpaaren Peristomplatten in den Interradien.

Plattenpaare sich gleichsam stauen und grubenförmig vertiefen. So entsteht eine Floscelle, die fünf vertieften Ambulacren nennt man Phyllodium (Fig. 8).

C. Die Interambulacralfelder. (Interradialfelder.)

Bei allen Seeigeln von der Secundärzeit an werden die zwischen den fünf Ambulacren liegenden interradialen Räume von fünf Paaren Interambulacralplatten eingenommen, die die fünf Interambulacral-

felder bilden, mit alleiniger Ausnahme von *Tetracidaris Reynesi* Cotteau*) aus der Kreideperiode, welche in jedem Interambulacralfelde vier Reihen von Platten besitzt. Die Platten der mediären Doppelreihe sind hexagonal, die der seitlichen pentagonal. Bei den jüngeren Formen ist diese mittlere (intermediäre) Doppelreihe zurückgebildet und endlich ganz verschwunden.

Im Allgemeinen sind die Interambulacralfelder bei den Regulären breiter als die Ambulacralfelder, und unter sich gleich. Sie treten in die Zusammensetzung des Peristoms mit zwei ungleich grossen Platten. Die Lage der grossen und kleinen Platte zu der Länge der Interambulacralfelder ist am besten ersichtlich aus dem Holzschnitt Fig. 2, p. 1052, der das ausgebreitete Plattensystem eines jungen *Strongylocentrotus droebachensis* wiedergiebt.

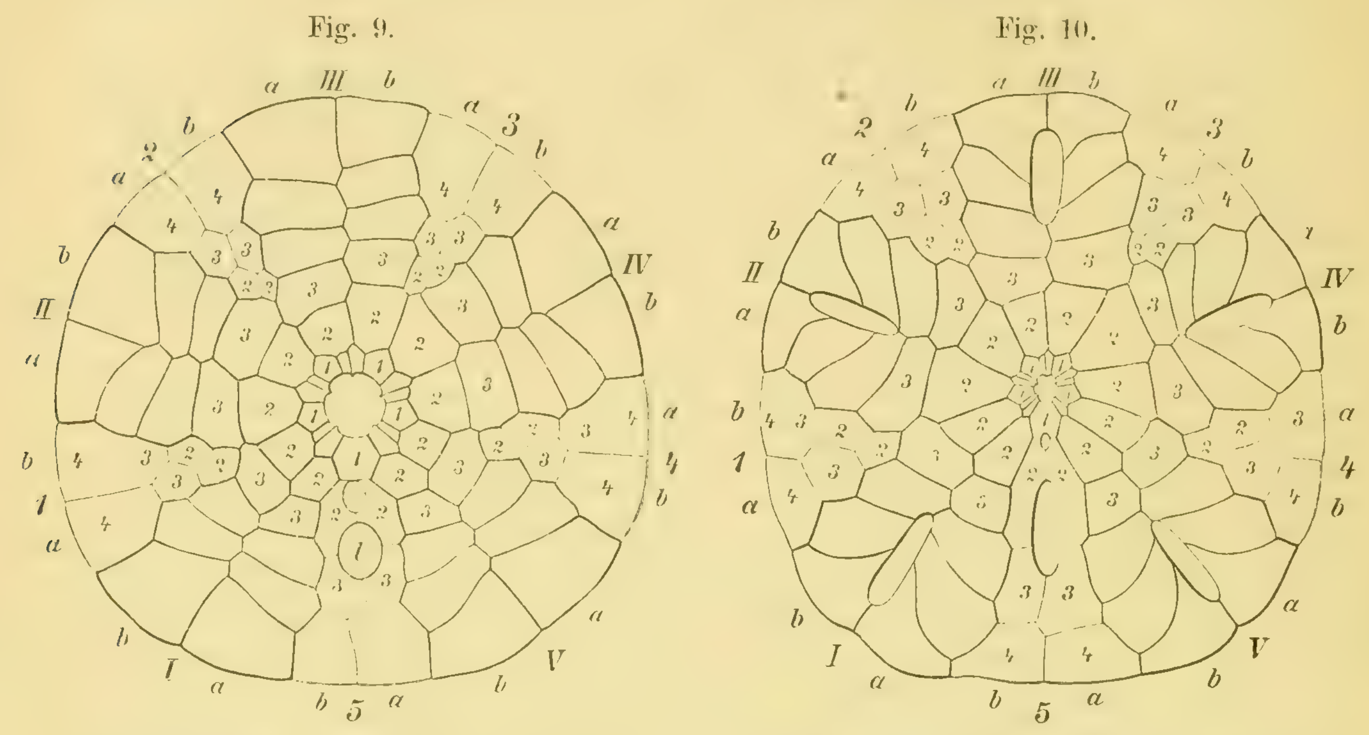
Die grösseren Peristomplatten und die kleinere der Genitalplatte benachbarte liegen in den Reihen *1b*, *2b*, *3a*, *4b*, *5b*, während die kleineren Peristomplatten und die grössere der beiden letzten an die Genitalplatte grenzenden Platten die Reihen *1a*, *2a*, *3b*, *4a*, *5a* bilden. Dasselbe Verhalten findet sich nach Lovén, dessen Schilderung ich folge, bei *Salenia* und in der Gruppe der Echiniden im engeren Sinne. Stets ist es das Interambulacralfeld *3*, das vordere der linken Seite des Thieres, in welchem die Lage der Platten gewechselt hat. Man erkennt leicht, dass eine gleiche Anordnung symmetrisch an den beiden Seiten des Durchmessers besteht, der durch das Ambulacrum *I* und das Interambulacrum *3* geht; desselben, der die Längsachse einer *Echinometra* bildet und in welchem die Afteröffnung, sobald sie excentrisch liegt, sich findet.

Die Clypeastroiden unterscheiden sich von allen anderen Seeigeln dadurch, dass die Interambulacralfelder mit Poren versehen sind. Bei *Echinocyamus* und *Laganum* werden die Interambulacralia durch eine einzige, grosse, dreieckige undurchbohrte Platte am Apicalpol begrenzt, während in den Gattungen *Clypeaster, Encope* (Holzschnitt Fig. 7 auf p. 1057), *Mellita, Echinarachnius, Arachnoides* die jüngeren Platten immer kleiner werden, und die letzten, paarweise gestellt, oft die Genitalporen tragen (Lovén).

Durch die Ausdehnung, welche die Ambulacralia mehr und mehr nehmen, können die Reihen der Interambulacralia in zwei getrennt werden. Bei *Encope* sind die grossen Peristomalplatten der Ambulacralia *2* mit einander in Berührung getreten, sodass die Peristomalplatten *1* der Interambulacralia isolirt von den übrigen das Peristom begrenzen. Das gilt für alle fünf Interambulacralia. Die vorderen Interambulacralia *2* und *3*, die seitlichen *1* und *4*, sind symmetrisch unter sich, während das fünfte unpaare Abweichungen zeigt. Bei anderen Gattungen, wie *Mellita*, sind nur die paarigen Interambulacren unterbrochen, wie der beifolgende Holz-

*) Revue et Magasin de Zool. 1872, p. 163, und Bull. de la Soc. géol. de France, Sér. 3, 1, p. 258.

schnitt Fig. 9 zeigt, während die Platten des unpaaren Interambulacralfeldes in Berührung geblieben sind. Die Ambulacralplatten *2* berühren sich unter einander und bilden einen Kranz, der die Interambulacralplatten *1* von den Platten *2* trennt. In Fig. 10 ist die Ausbreitung der



Oberflächenansicht der Schale einer *Mellita hexapora Gm.* von 8,3 mm Länge.

Oberflächenansicht der Schale von einer 35 mm langen *Mellita hexapora Gm.* nach Lovén.

Ambulacralplatten noch weiter vorgeschritten, indem sich jetzt auch die Platten *3* unter einander berühren, sodass die peristomalen Interambulacralplatten der vier vorderen Interambulacralfelder noch mehr getrennt worden sind von den interambulacralen Platten *2*, *3*, *4*. Nur im unpaaren Interambulacrum ist der Zusammenhang gewahrt geblieben.

In der Gruppe der Seeigel ohne Zahnapparat, besonders bei den Spatangoiden und Cassiduloiden, herrscht eine grosse Verschiedenheit in der Entwicklung der Interambulacralia. Nur bei *Amblypygus* Ag. und *Echinoneus* van Phels., einer Cassidulide, die sich an die regulären Seeigel anschliesst, zeigt sich eine Uebereinstimmung in der Form der Platten und in ihren gegenseitigen Proportionen mit denen der Echiniden: das fünfte unpaare Interambulacrum gleicht den paarigen. Bei der Bildung des Peristoms ist das *1.*, *3.* und *5.* Interambulacralfeld nur mit einer einzigen Platte betheiligt, das *2.* und *4.* hingegen mit zwei Platten, sodass eine symmetrische Lage zu dem durch das *1.* Ambulacrum und *3.* Interambulacrum gehenden Durchmesser sich erkennen lässt, wie bei den Echiniden im engeren Sinne.

Alle anderen Seeigel ohne Kauapparat mit verlängerter Schale (in der Richtung der Längsachse) mit mehr weniger convexer Rückenfläche, abgeplatteter Bauchfläche, die eine gewisse Zahl von ersten Ambulacralplatten der Mundregion mit grossen doppelten Poren und langen

kräftigen Ambulacralfüsschen besitzen, betheiligen sich in jedem der fünf Interambulacralfelder nur mit einer einzigen peristomalen Platte (vergl. Fig. 7, p. 1057, Clypeastride, und Fig. 1, p. 1051, Spatangide). Bei *Micraster*, *Moira*, *Faorina* sind die Peristomalplatten des paarigen Interambulacrums sehr schmal und die des hinteren Paares an der Bildung des Peristomrandes überhaupt nicht betheiligt. Sie sind von den Ambulacralplatten der Ambulacren *I*, *II*, *IV* und *V* verdrängt worden, sodass nur die Peristomalplatten des hinteren unpaaren und die der Interambulacren *2* und *3* an der Begrenzung theilnehmen. Bei *Breynia* nimmt keine Platte der paarigen Interambulacren an der Begrenzung Theil (Lovén).

Merkwürdige Verschmelzungen einzelner Platten treten bei den Ananchytiden und besonders den Spatangiden auf, wodurch eine Heteronomie des rechten Interradius *1* entsteht. In dem hinteren Interradialfeld *1* der rechten Seite können folgende Verschmelzungen von Platten eintreten. Bei *Ananchytes sulcata* Goldf. sind nach Lovén die auf die kleine unpaare Peristomalplatte folgenden beiden Platten des rechten Interradialfeldes *1* (Reihe *a* und *b*) zu einer unpaaren Platte verschmolzen, während sie auf der linken Seite selbständig geblieben sind. Unter den Spatangiden kehrt das gleiche Verhalten wieder bei *Faorina chinensis* Gray u. a. Bei *Hemiaster*, *Agassizia*, *Abatus*, *Schizaster*, *Moira* verschmilzt die zweite mit der dritten Platte der Reihe *1a* des rechten Interradialfeldes. Dieses Vorkommen wird als normale Heteronomie bezeichnet. Ein dritter Fall ist der, dass die zweite und dritte Platte der Reihe *b* mit der zweiten Platte der Reihe *a* verschmilzt, wie bei *Palaeostoma mirabile* Gray. Tritt dieser Fall ein, so verschmelzen im Interradialfeld *4* die beiden zweiten Platten der Reihen *a* und *b* ebenfalls mit einander. In allen Fällen ist im (rechten) Interradialfeld *1* eine Platte weniger vorhanden als im (linken) Interradialfeld *4*, sodass die bilaterale Symmetrie beider Seiten gestört erscheint.

Die besondere Gestaltung des hinteren unpaaren Interradius, welche durch die Verlagerung des Mundes bedingt wird und bei den Spatangoiden am ausgeprägtesten hervortritt, ist bei der Gattung *Echinoneus* wenig hervortretend, nimmt aber zu, je jünger die Gattungen sind. Die unpaare Peristomalplatte des unpaaren Interradialfeldes ist bei Collyrites sehr klein, kleiner als die der paarigen Felder *1* und *4*. Bei Ananchytes ist die Platte beinahe rechteckig und grösser als die der paarigen Felder. Bei den Cassiduliden sind die Platten des unpaaren Interradius hervorgewölbt, soweit sie auf der Bauchseite liegen, man spricht dann von einem Plastron. Bei den Spatangiden, die meist eine quer gelagerte Mundspalte besitzen, ist die unpaare Peristomalplatte über sie hinweggewachsen, indem sie dieselbe als Labrum überdeckt. Die folgenden Plattenpaare des hinteren Interradialfeldes sind zu grossen, kräftigen Gebilden ausgewachsen und werden als Sternum (das zweite Paar) und Episternum (das dritte Paar) bezeichnet. Das das Episternum bildende

Plattenpaar ist stets kleiner als das das Sternum bildende Paar. Die Lippe ist bei *Heteraster*, *Hemiaster*, *Micraster* u. a. löffelartig gestaltet und rührt die oberflächliche Schicht des Grundes auf, die mit ihren organischen Substanzen in die Mundöffnung gelangt. Bei *Schizaster*, *Meoma* u. a. ist die erste Peristomalplatte, das Labrum, mit seitlichen Hervorragungen versehen. In der Länge variirt es sehr: bald ist es sehr kurz, wie bei *Bryssus*, wo es nur 0,05 der Länge des Sternums, bald länger, wie bei *Schizaster*, *Echinocardium*, *Desonia* u. s. w., wo es 0,1 der Länge des Sternums misst. In den Gattungen *Spatangus*, *Brissopsis* erreicht es 0,2 der Länge des Sternums, bei *Breynia*, *Eupatagus*, *Micraster*, *Paleostoma* aber die halbe Länge desselben, während bei *Maretia* und *Lovenia* das Labrum dem Sternum an Länge gleicht (Lovén).

Bei Cassiduliden, Collyritiden und Ananchytiden liegen die abdominalen und dorsalen Platten des unpaaren Interradius in einer Doppelreihe und sind die einfache Fortsetzung der Sternalpartie. Dasselbe gilt für die prymnadeten Spatangiden*) und *Micraster*, welche Gattung überhaupt keine Fasciolen besitzt. Bei den lebenden Prymnodesmien differenziren sich die Platten. Man kann bei den meisten, wie *Spatangus*, *Brissopsis*, *Kleinia*, *Echinocardium*, *Lovenia* u. a. ein präanales Plattenpaar unterscheiden, und bei beinahe allen weichen die bogenförmigen Platten des Periproctes von den übrigen durch ihre verlängerte und gekrümmte Gestalt ab. Der dorsale Theil des unpaaren Interradialfeldes bietet am wenigsten Veränderungen bei den verschiedenen Gattungen. Bei den Prymnodesmien zeigt er die Platten etwas verschoben, indem sie alternirend gelagert sind. Dieses Verhalten ist das ältere.

Eine Eigenthümlichkeit, die besonders bei den paläozoischen Seeigeln sich häufig zeigt, ist die Tendenz, dass die interradialen Platten sich mit ihren Rändern überdecken, imbriciren, und zwar im aboralen Sinne. Bei *Echinothuria* der Kreidezeit, bei *Asthenosoma* aus den Meeren der Jetztzeit finden wir die *Imbrication* erhalten, und bei einzelnen recenten Gattungen zeigen sich noch Andeutungen, wie bei *Spatangus*, *Brissopsis*, *Echinocardium*, bei denen der adorale Rand einzelner Platten mit einem halbmondförmigen dünnen Streifen über den aboralen Rand der folgenden Platte hinübergreift (Lovén). Dadurch wird eine, wenn auch nur geringe, Biegsamkeit der Schale bewirkt.

D. Das Peristom mit der Mundhaut und die Apophysen (Auricularsystem).

Wir haben gesehen, dass bei allen Echinoideen die Ambulacralfelder von dem Peristom bis zu den Radialia des Apex sich aus einer doppelten Reihe von Platten zusammensetzen. Die Reihen der Interambulacral-

*) Lovén unterscheidet die Gattungen mit subanaler Fasciole als *Prymnodesmia*, denen die *Prymnadeta* entgegenstehen, welchen eine subanale Fasciole fehlt (*Hemiaster*, *Schizaster*, *Agassizia*, *Moira* u. a.).

felder beginnen mit einer einzigen Platte bei Spatangoiden, Cassiduloiden und Clypeastroiden. Bei diesen drei Gruppen setzt sich das Peristom aus zehn paarigen Ambulacral- und fünf unpaaren Interambulacralplatten zusammen, die die Marginalplatten des Peristoms genannt werden. Nur bei *Echinoneus* findet sich nur in den Interradien *2*, *3*, *5* eine einzige Platte, in *1*, *4* jedoch zwei Platten. Bei den regulären Seeigeln hingegen, den Cidariden und Verwandten, gelten diese Regeln nicht, das Peristom wird von fünf paarigen Ambulacral- und ebenso viel Interradialplatten begrenzt. Nur bei einzelnen Holectypoiden kann in einem oder mehreren Interradien eine einzige Platte sich finden.

Die von den Peristomalplatten begrenzte Mundlücke der Schale, die als Mundfeld oder Peristom*) bezeichnet wird, liegt stets, wie wir bereits feststellten, auf der Unterseite der Bauchfläche entweder im Mittelpunkt, und ist dann ganz oder nahezu kreisrund oder regelmässig fünfeckig rundlich; oder sie ist, wenn die Schale länglich wird, nach vorwärts gerückt, selbst bis in die Nähe des Vorderrandes, und nimmt dann eine längliche, schiefe oder quere Gestalt an. Im Einzelnen kann die Form dieser Mundlücke sehr verschieden sein. Die Mundlücke wird von der Mundhaut, Buccalmembran, überspannt, die in der Mitte die eigentliche Mundöffnung mit den verdickten Lippen und den Enden der Zähne trägt. Die Mundhaut ist entweder nackt oder mit Platten besetzt, die eine Fortsetzung der Plattensysteme der Ambulacren und Interambulacren sind.

Die Platten der Ambulacren setzen sich bei den Cidaroiden in zwei Reihen auf das Peristom in der im Holzschnitt Fig. 11 wiedergegebenen Weise fort, ebenso die Interambulacralplatten. Das Peristom besitzt keine Einschnitte und ist ohne Mundkiemen. Die Primärplatten, welche sich von den Ambulacren losgelöst haben und auf die Mundhaut übergetreten sind, haben sich zu grossen, breiten Schuppenplatten entwickelt, die für die Interradialplatten nur wenig Platz frei lassen. Die Möglichkeit des Uebertrittes dieser Platten ist dadurch gegeben, dass die *Auriculae* von den Interambulacralplatten gebildet sind.

Fig. 11.



Mundhaut von *Cidaris papillata* (nach Lovén.)

Bei den Echinothuriden setzen sich nur die ambulacralen Plattenpaare auf die Mundhaut fort (Fig. 1, Taf. VIII). Jede Platte ist eine Grossplatte mit nur einem Porus und einem Ambulacralfüsschen (Lovén).

*) Die Bezeichnung Peristom wendet man sowohl für das Mundfeld, als auch für die Mundhaut an, welche das Mundfeld überspannt.

In den Familien der Cidariden, Saleniden, Diadematiden, Arbaciiden, Echiniden, Echinometriden und Temnopleuriden (*Stereosomata* Duncan) ist die sonst nackte Mundhaut mit fünf Paaren primären Ambulacralplatten besetzt. In den Ecken des Peristoms stehen verästelte Mundkiemen. Diese Platten, auch Buccalplatten genannt, liegen isolirt, paarweise in den Radien. Sie sind die ersten Platten, welche auf der Ventralseite im Umkreis der Mundöffnung in Gestalt von fünf Paaren von Kalknetzen entstehen und werden vor sämmtlichen Platten der Corona gebildet (Bury 107, Lovén 401). Holzschnitt Fig. 2 auf p. 1052 zeigt die Gestalt und Lage dieser Platten von *Strongylocentrotus droebachensis.* Fig. 2, Taf. VIII zeigt einen Theil der Mundhaut von *Echinocidaris nigra.*

Bei den Clypeastroiden, Spatangoiden, Holectypoiden fehlen besondere Ambulacral- und Interambulacralplatten auf der Mundhaut. Bei ihnen ist die Mundhaut wie bei den übrigen Familien, sofern sie nicht ganz nackt ist, mit unregelmässig geformten Kalkplatten oder formlosen Kalkkörperchen oder Spicula besetzt, wie Fig. 2, Taf. VIII von *Echinocidaris nigra* zeigt.

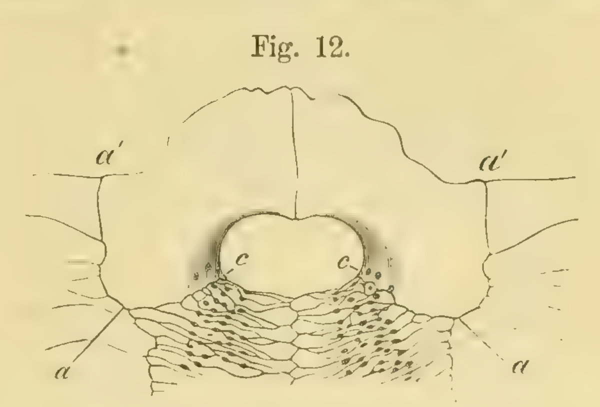
Innerhalb der Mundhaut ist der äussere Rand des Peristoms ein- und aufwärts umgeschlagen. Dieses innere Peristom besteht aus einer auf dem Rande stehenden Ringleiste (der perignathische Gürtel), die bei den Cidaroiden, Echinoiden von den fünf Paar interradialen Einschnitten des äusseren Peristoms betroffen wird, innerhalb der ambulacralen Lippen sich aber in ein Paar höhere Fortsätze oder Hacken, Apophysen, erhebt, welche sich mit ihren Enden dicht neben einander legen und durch eine seitliche Naht verbinden, sodass nur ihr unterer Theil durch eine rundum geschlossene Lücke getrennt bleibt. Diese Doppelzacken heissen *Auriculä* nach Blainville*) und dienen zur Anheftung der Muskeln und Bänder des central gelegenen Kauapparates. Die Ringleiste mit ihren Fortsätzen sind die nach innen umgebogenen verdickten peristomalen Randplatten sowohl der Ambulacren, wie Interambulacren, oder aber es betheiligen sich bei ihrer Bildung auch die folgenden Platten (Cidaris). Bei den einzelnen Familien ist das innere Peristom sehr verschieden ausgebildet und von Lovén (405) ausführlich geschildert worden.

Bei den Diademoiden im Sinne Duncan's (Ectobranchiaten Lovén) entstehen die Auriculä in jedem Ambulacrum am inneren Peristomrand. Je ein Fortsatz bildet sich nahe der seitlichen Sutur des Interradialfeldes in Gestalt einer Verdickung der Kalksubstanz, die allmälig wachsend sich bogenförmig erheben und sich verbinden. Eine Naht trennt die Auriculä an der Basis von der Platte, auf der sie sich erheben (Fig. 12). Die Clypeastriden zeigen paarige Auriculä, die ebenfalls von den Ambulacren entspringen; sie haben zwischen sich das unscheinbare Interradialfeld, das oft von ihrer ausgebreiteten Basis ganz verdeckt wird. Sie gehören jedes zu einem verschiedenen Interambulacrum, vergl. Fig. 14,

*) Dictionnaire des sciences naturelles, T. 37, 1825, p. 62 und 73.

2 und 3. Der innere Peristomring, perignathischer Gürtel (Apophysengürtel), wird als geschlossen bezeichnet, wenn die Auriculä sich mit einander verbinden, als unterbrochen, wenn die Verschmelzung nicht eintritt und ein Zwischenraum zwischen ihnen bleibt (Saleniidae). Die Holectypoiden zeigen den perignathischen Gürtel schrittweise reducirt, indem Fortsätze und Ringleiste undeutlich werden. Bei *Galerites* fehlen die Auricularfortsätze und nur fünf interradiale Verdickungen bilden die Leiste.

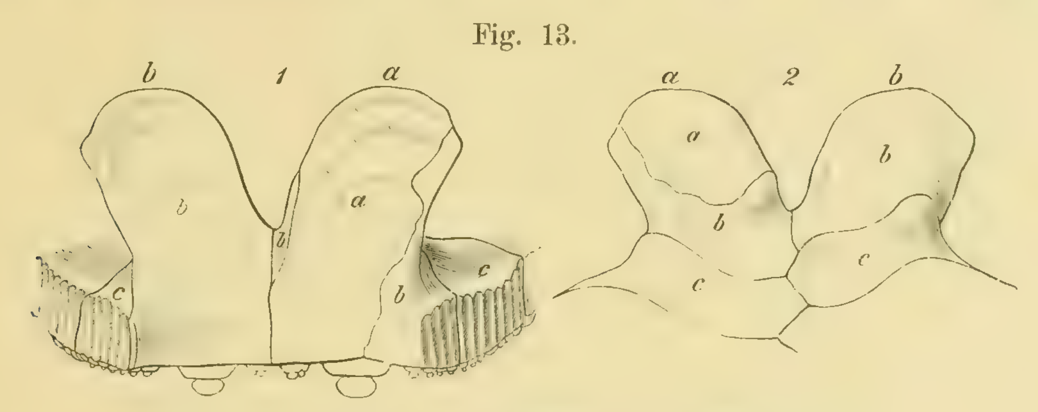
Fig. 12.



Auriculä von *Diadema saxatile L.* (nach Lovén).

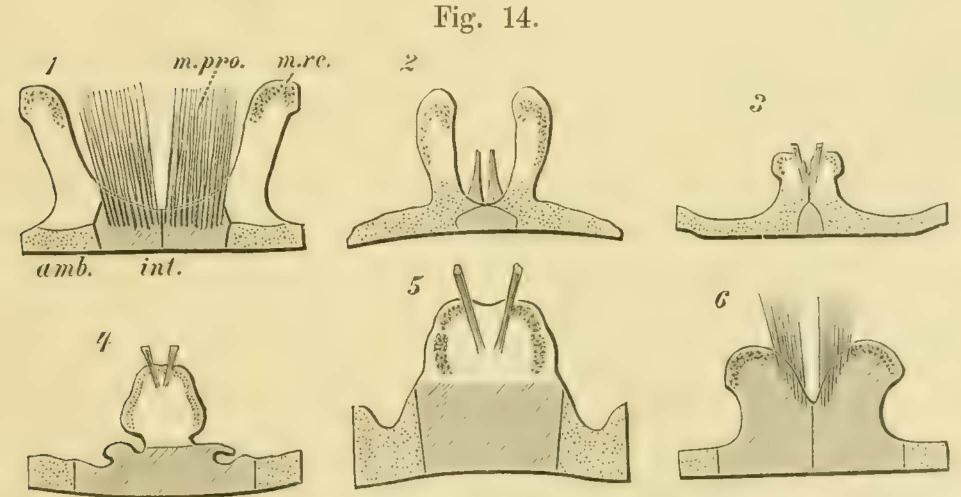
Die Cidaroiden besitzen keine ambulacralen Auricularfortsätze. Dafür tragen die Interradialplatten rings um das Peristom Fortsätze, die nicht

Fig. 13.



Auriculä von *Cidaris papillata* Leske nach Lovén.
1. von der Adoralseite, 2. von der Aboralseite (nach Lovén).

Fig. 14.



Die Lage der Auriculä bei verschiedenen Typen der Seeigel (nach Lovén).
1. Tripneustes. 2. Clypeaster. 3. Arachnoides. 4. Encope. 5. Echinocyamus. 6. Cidaris.

geschlossen sind. An ihrer Bildung betheiligen sich, wie bei *Cidaris papillata*, auch das zweite und dritte Plattenpaar (Lovén 405), Fig. 13. Beide Fortsätze sind an ihren Basen durch eine Naht verbunden, diver-

giren aber an ihren freien Enden. Bei *Encope*, *Echinarachnius* und *Echinocyamus* trägt die erste Platte jedes Interradius die Auriculä, die zu einem einzigen Stück verschmolzen sind.

Um diese verschiedenen Bildungen der Auriculä des perignathischen Gürtels zu verdeutlichen, ist die schematische Fig. 14 nach Lovén (405) abgebildet worden, welche die Auriculä bei den regulären und irregulären mit Kaugerüst versehenen Seeigeln zeigt.

E. Das Endoskelett der Clypeastroiden.

In der Ordnung der schildförmig niedergedrückten Clypeastroiden tritt ein Endoskelett auf, das die Leibeshöhle von der ventralen bis zur dorsalen Körperwand durchsetzen kann. Auf der Innenfläche der Schale werden die mannichfaltigsten Kalkgebilde abgesondert, die die Gestalt von spitzen Nadeln, Wällen, Pfeilern u. s. w. annehmen können und die Ambulacren mit der apicalen Rosette oft vollständig von der Leibeshöhle abschliessen können. Bei *Clypeaster placunarius* stehen auf der Innenfläche der Schale auf jeder Ambulacralplatte kleine Kalkspitzen zwischen den Porenreihen, die bei *Clypeaster rangianus* auf Wällen aufsitzen, in welche die Ambulacralplatten zwischen zwei Porenreihen angeschwollen sind. Bei *Clypeaster rosaceus* fehlen nach Johannes Müller (494) diese Spitzen. Dagegen sind die Wälle der Ambulacralplatten zu Septen erhoben, und diese Septen wieder durch eine Kalkdecke verbunden, in welcher sich die Nähte der Ambulacralplatten wiederholen. Auf diese Weise haben die blattförmigen Ambulacren Doppelwände. Zwischen den Doppelwänden befinden sich regelmässige Ambulacralkammern zwischen den Septen. Jede Kammer enthält vier Reihen von locomotiven Poren. Alle Querkammern sind von einem nach den Querkammern offenen Längsdurchgang für das mediane Ambulacralgefäss durchschnitten. In der Decke befinden sich drei Längsreihen von Löchern, wodurch die ambulacralen Galerien mit der Bauchhöhle zusammenhängen. Die mittlere Reihe von Lücken gehört der medianen Galerie an, die seitlichen den Querkammern, die seitlichen Löcher sind für den Austritt der Ambulacralgefässe zu den grossen Ampullen der Ambulacralkiemen bestimmt. Da jede Kammer in der Nähe zweier Doppelporen ausmündet, so ist die Zahl der Galerielöcher an den Seiten genau die Hälfte der grossen Doppelporen (Johannes Müller). Bei *Clypeaster scutiformis* sind die Porenreihen in den Ambulacren unbedeckt, Bauch- und Rückentheil der Schale aber durch viele nadelförmige Pfeiler verbunden. Bei anderen finden sich nur am Randtheil der Scheibe Kammern, die für die Bauch- und Rückenseite ganz oder theilweise gemeinschaftlich sind, indem die Scheidewände den Bauch- und Rückentheil der Scheibe verbinden. Bei *Clypeaster rosaceus* fehlen die gemeinschaftlichen Randkammern für Bauch und Rücken; an ihrer Stelle sind die bereits geschilderten Doppelwände getreten. Diese Bildungen lassen sich

auch an fossilen Arten nachweisen. So haben die hohen Clypeaster nach Joh. Müller Doppelwände der Ambulacren und parallele Ambulacralkammern vom Munde bis zum Scheitel, die platten fossilen Formen hingegen nur Randkammern.

Bei *Echinarachnius parma* fehlen die Galerien und finden sich gegen die Peripherie der Scheibe quere, durchbrochene Scheidewände und Balken zwischen ventraler und dorsaler Innenfläche der Schale, also unvollständige Randkammern. *Mellita*, *Lobophora* und *Encope* zeigen ein oberflächlich liegendes Labyrinth von feinen Canälen der Scheibe, welche ambulacrale Galerien bilden und mit noch anderen tiefer gelegenen Sinus zusammenhängen, die nach der Leibeshöhle offen sind. Besonders bei *Encope* ist die Leibeshöhle derartig von Kalknetzen durchsetzt, dass nur die Räume für das Darmsystem, die Geschlechtsorgane u. s. w. frei bleiben.

Eine andere Eigenthümlichkeit der Clypeastroiden sind die bei den Scutelliden auftretenden Durchlöcherungen und Lappenbildungen der Schale. Die Durchlöcherungen bilden sich in der Weise, dass während des Wachsthums im Verlaufe der Radien (und des hinteren Interradius) die Platten auseinander weichen und so Lappenbildungen entstehen. In der Gattung *Rotula* kann der hintere Scheibenrand in zehn oder mehr fingerförmige Lappen zerfallen. Diese Lappen können an ihren Enden mit einander verwachsen, sodass es zur Bildung von Hohlräumen, spaltförmigen Oeffnungen, Lunulä genannt, kommt, die die Rücken- wie Bauchfläche der Schale durchsetzen.

F. Das Kaugerüst (Laterne des Aristoteles).

1. Regularia.

Eine Schilderung des Kaugerüstes, Kiefergerüstes oder Zahnapparates gab H. Meyer, indem er die Beschreibungen von Des Moulins (477), Valentin (667) ergänzte. Ihm folgte Johannes Müller (494) und in neuerer Zeit Stewart (623), Giesbrecht (246) und vor Allem Lovén (405).

Das Kaugerüst liegt der Mundhaut innen auf und ragt in deren Mitte durch die Mundöffnung in Gestalt der Zähne hervor. Es gleicht einer etwa fünfseitigen runden Pyramide mit ein wenig abgerundeter Basis und Spitze, die Basis aufwärts in die Leibeshöhle gerichtet, die Spitze abwärts gegen die Mundöffnung gerichtet (Fig. 3, Taf. I).

Untersucht man das Kaugerüst an einem lebenden Seeigel, so sieht man es allseitig umschlossen von einer durchsichtigen dünnen Membran oder Haut, die es gegen die Leibeshöhle vollständig abgrenzt. Entfernt man diese, so treten die einzelnen Theile des Kaugerüstes mit den im Innern gelegenen fünf Zähnen, mit den Muskeln und Bändern in ihrem Zusammenhange mit dem perignathischen Gürtel und dessen Aurikeln hervor. Aus der Aehnlichkeit der von ihrer Membran überzogenen Kau-

pyramide mit einer antiken Laterne, deren Skelett von durchsichtigen Stoffen überzogen war, rührt der Name Laterne des Aristoteles her, den ihr Plinius gab. Nach der Darstellung von H. Meyer (453) sind an der Bildung des Kaugerüstes folgende Stücke betheiligt: 5 Pyramiden (Valentin), Kinnladen oder Kieferpaare, 5 Zähne, 5 Schaltstücke, rotulae (Desmoulins), falces (Valentin) und 5 Gabel- oder Bügelstücke, compas (Valentin). Diese 20 Stücke sind selbst wieder aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, wie wir im Einzelnen sehen werden.

Diese 20 Stücke sind folgendermaassen gelagert. Die fünf Pyramiden oder Kinnladen liegen mit den Zähnen nach unten, den Interambulacralfeldern gegenüber mit den Auriculä des inneren Peristoms abwechselnd stehend. Die Schaltstücke (rotulae) und die Gabelstücke (compas) liegen radial, fast wagrecht divergirend dazwischen und darüber.

Die 5 Pyramiden oder Kinnladen (Hauptstücke nach H. Meyer) sind unter sich gleich, von dreiseitiger Gestalt. Sie treten zur Bildung der Laterne zusammen, indem sie mit ihren Seitenflächen sich berühren. Jede Kinnlade (Fig. 6, Taf. I) stellt eine hohle Pyramide dar, die aus zwei Theilen besteht, die durch eine an der Aussenseite deutliche Naht verbunden sind und als die beiden Halbpyramiden oder Kieferpaar (Zahnstücke, H. Meyer) bezeichnet werden. Jede Ganzpyramide ist an der oberen Grundfläche offen und hat drei Wände oder Seiten, eine äussere, die von unten nach oben gewölbt ist und zwischen der Mittellinie und den Seitenkanten jederseits der Länge nach eine tiefe Furche besitzt. Die beiden radial gestellten Flächen oder Seiten, die sich mit den der benachbarten Pyramide berühren, sind eben und sehr scharf und fein quer gestreift oder besser mit Leisten (eminentiae transversae Valentin) besetzt, die parallel zur Basis verlaufen und an dem inneren freien Rande der Platten Kammzähnen ähnlich hervorragen können, wie es besonders deutlich bei *Echinometra lucunter* ausgeprägt ist. Diese Leisten dienen den Interpyramidal-Muskeln zur Anheftung. Die beiden Innenflächen stossen nicht in der inneren Kante zusammen, sondern lassen in ganzer Länge eine Spalte offen. Die peripherische, also nach aussen gerichtete convex gebogene Wandung besitzt einen von der Basis gegen die Spitze hin gekehrten tiefen dreieckigen Ausschnitt, Foramen externum, der in einer nach aussen vorspringenden Mittelleiste mit einem spitzen Winkel endet, von dem aus sich eine mediane Leiste bis zur Spitze erstreckt (Fig. 6). Gegen die obere Oeffnung ist dieser Ausschnitt der äusseren Wand durch einen schmalen, der äusseren Grundkante der Pyramide entsprechenden Knochen-Bogen, das Ergänzungsstück (Meyer), getrennt. Dieser Knochen-Bogen (epiphysis Lovén) besteht aus zwei Stücken, die durch eine Naht verbunden sind. Die seitlichen Theile dieser Knochen-Bogen nennt Joh. Müller die Epiphysen der Kiefer; sie dienen zur Einlenkung der Rotulä. Die Bögen, welche bei *Echinus*, *Strongylocentrotus* u. a. vorhanden sind, fehlen *Cidaris*, *Echino-*

cidaris. Bei ihnen sind nur kurze Fortsätze vorhanden, die sich nicht zu einem Bogen schliessen. Bei *Diadema* sind die Fortsätze der Epiphysenstücke ganz eingebogen (Joh. Müller).

Die Zähne. Jede complicirt gebaute Pyramide dient einem Zahn zur Stütze, der als ein langes, dünnes, vierkantiges, etwas gebogenes Gebilde in ihrem Innern steckt. Sein meisselförmig zugespitztes Ende ragt aus der Pyramide hervor, während das stark einwärts gebogene, hohle, aborale Hinterende, die Wurzel, die eine weiche Consistenz zeigt und in einem häutigen bindegewebigen Ueberzug steckt, über die Grundfläche der Pyramide hinausragt und oft eingerollt ist. Fig. 12 zeigt einen Zahn von der Seite. Längs seiner inneren Seite tritt meist eine leistenförmige Erhebung hervor, die carina.

Der Zahn ist in der sehr geräumigen Höhle der Pyramide dadurch unbeweglich befestigt, dass er mit seiner convexen Rückenfläche (Fig. 9, Taf. I) dem Semicircularcanal (Lovén) zugekehrt, längs der beiden inneren Vorsprünge (lineae eminentes pyramidis Valentin) der Innenwände des sulcus dentalis eingeklemmt ist. An der Berührungsstelle ist seine Oberfläche mit rauhen Kalkconcrementen und einer Bindesubstanzschicht besetzt, die zur Befestigung dient. Bei Lovén (405) finden sich genaue Schilderungen dieser Verhältnisse, sowie Abbildungen der Pyramiden und Zähne (Fig. 10, 11, Taf. I).

Die histologische Beschaffenheit eines Zahnes ist nach Waldeyer*) und Giesbrecht (246) folgende: Während alle Skeletttheile der Seeigel aus einem Maschenwerk von Kalksubstanz bestehen, sind die Elemente, welche den Zahn bilden, über und zwischen einander geschobene Lamellen, Schuppen, und beiderseits zugespitzte, von unregelmässigen Flächen begrenzte Nadeln, Prismen. Im Allgemeinen besteht der Zahnkörper aus Schuppen, die Carina aus Prismen. Die Schuppen und Prismen sind durch Kalkscheibchen mit einander verbunden, die sich zwischen ihnen ablagern, indem sich warzenförmige Erhebungen bilden, die einander entgegenwachsen, um am Berührungspuncte zu verschmelzen. In den röhrenförmigen Zwischenräumen zwischen den Scheiben verbreitet sich ein Canalsystem, das den ganzen Zahn durchzieht. Der Zahn steckt in einer eng anliegenden, sackförmigen Membran, die nach Giesbrecht eine Einstülpung einer Schicht der Buccalhaut zu sein scheint. Von ihr aus gehen Fortsätze durch den ganzen Zahn, die bindegewebiger Natur sind.

Die Schaltstücke, rotulae Desmoulins, falces Valentin, sind fünf lineal gestaltete Kalkstücke, die in den fast peripherischen, die Pyramiden trennenden Spalten radial divergirend liegen, jederseits an die Gelenk-Epiphysen eines Ergänzungsstückes anlenkend, um die fünf Pyramiden etwas auseinander und einen Durchgang zwischen ihnen offen zu halten und ihnen einen Stützpunct für öffnende und schliessende Bewegungen zu geben.

*) Waldeyer, in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, 1871, p. 343

Die Bügelstücke, wie H. Meyer diese Kalkstücke nannte, compas Valentin, sind über den Schaltstücken mit ihnen parallel gelagert und auf ihnen befestigt. Sie sind länger und schmächtiger, in der Mitte durch eine Quernaht getheilt und enden auswärts an der Pyramide gabelförmig, weshalb sie auch Gabelstücke genannt werden (Fig. 5, Taf. I).

Der ganze Kauapparat besteht somit nach H. Meyer aus 40 Kalkstücken, nämlich 5 Paar Halbpyramiden, 5 Paar Epiphysen, 5 unpaaren Schaltstücken, 5 inneren und 5 äusseren Bügelstücken und 5 Zähnen.

2. Irregularia.

Das Kaugerüst der Clypeastroiden wurde zuerst von Klein (340), dann von Parra*) (517a) geschildert. Genauere Darstellungen gaben Desmoulins (477), Johannes Müller (494), Al. Agassiz (8) und besonders Lovén (405), der es durch die verschiedenen Gattungen verfolgte.

Die anfängliche Meinung (Al. Agassiz), dass den Clypeastroiden nur die Pyramiden zukommen, alle übrigen Theile aber fehlen sollten, wurde bald widerlegt. Der Kauapparat setzt sich aus denselben Theilen wie bei den Regulären zusammen und sind nur die Epiphysen und Rotulä etwas anders geformt. Nach Joh. Müller setzt sich das Gebiss zusammen aus den 5 Pyramiden, 10 Epiphysen und 5 Rotulä, die hoch und scheibenförmig oder niedrig gebildet sind, während die Bügelstücke fehlen. Die Epiphysen haben bei den meisten Gattungen fast dieselbe Gestalt wie die Rotulä und sind mit den Pyramiden durch eine Naht verbunden. So bestätigte Müller die Angaben Parra's aus dem Jahre 1787 und stellte fest, dass das Gebiss der Clypeastriden früher als das der Regulären bekannt geworden war. Der Unterschied in der Gestalt des Gebisses beider Gruppen lässt sich folgendermaassen zusammenfassen. Bei den Regulären ist es in verticaler, bei Clypeastroiden in horizontaler Richtung entwickelt, seine Gestalt also flach und breit, bei ersteren ist es mehr kreisförmig, bei letzteren pentagonal geformt und oft assymmetrisch, wie bei *Laganus* mit excentrischem Mund u. a.; die Kanten sind fast flügelartig ausgebreitet; die Zähne stehen nicht senkrecht, sondern schief geneigt gegen einander, oft sogar horizontal.

3. Die Musculatur und die Ligamente des Kauapparates.

Die fünf Pyramiden werden durch folgende äussere Muskeln bewegt: 5 Paare musculi protractores Stewart, m. pro. (m. comminutores Valentin), 5 Paare musculi retractores Stew. m. re (m. dilatatores Val.) und 5 Paare musculi radiales Stew. (ligamenta obliqua externa

---

*) Parra, Descripcion de differentes piezas de Historia Natural, Havana 1787, p. 137, Pl. 52, Fig. 1—10 (citirt nach Lovén, Echinologica).

Val.). Diese Muskeln inseriren an der Aussenseite der Kieferpaare oder Pyramiden einerseits, an dem perignathischen Gürtel mit seinen Auriculä andererseits. Durch diese Muskeln wird das Oeffnen und Schliessen der Zähne bewirkt. Die Retractoren setzen sich an den unteren Enden der Kieferhälften an und ziehen nach der Innenseite der Auriculä, die bei den Cidaroiden interradial liegen, wie wir oben sahen, bei den übrigen Regulären aber ambulacral (Lovén). Durch eine Contraction dieser fünf Muskelpaare wird eine Oeffnung der Zähne bewirkt und zugleich der ganze Kauapparat tiefer in die Schale gezogen. Ihnen wirken die Protractoren entgegen, die, interradial gelegen, in Gestalt breiter starker Bänder, am oberen äusseren Rande seitlicher Epiphysen des Bogens eines Kieferpaares entspringen und sich an der Innenfläche des interambulacralen Gürtels anheften. Eine Verkürzung dieser Protractoren bewirkt, dass die Kiefer mit den Zähnen sich schliessen, die oberen Enden der Pyramiden hingegen auseinander weichen und der ganze Apparat etwas aus dem Peristom hervortritt. Durch das wechselnde Spiel beider Muskelgruppen wird das Oeffnen und Schliessen der Zähne bewirkt (Fig. 5, Taf. I).

Die 10 Radialmuskeln entspringen an der Peristommitte eines Interradiums und heften sich an die Gabelenden des Compasses. Ihre Function besteht meiner Ansicht nach darin, dass sie den Kauapparat mit der Mundhaut hervorpressen.

Zu diesen äusseren Muskeln kommen die 5 muscula interpyramidales Val., welche in jedem die Pyramiden trennenden Zwischenraum oder Spalte liegen und sich mit ihren Enden an die feinen Querleistchen ihrer Seitenflächen befestigen. Eine Verkürzung dieser fünf Zwischenkiefermuskeln bewirkt eine Näherung der 5 Pyramiden an einander und zugleich eine Verengerung des im Centrum des Kauapparates gelegenen Oesophagus.

Eine Combination der Bewegung zwischen jeder von zwei Pyramiden und der dazwischen liegenden Rotulä kommt zu Stande durch 10 Paare von kleinen Rotularmuskeln: 5 Paare innerer, m. rot. int. und 5 Paare äusserer m. rot. ext. Die Gelenkflächen der Rotula und der Epiphyse sind nahe dem äusseren Ende ein Paar von ovalen hohen Gelenkhügeln *cond.*; jeder von ihnen ruht in einer flach vertieften Grube *gl.*, der anliegenden Epiphyse; und in letzterer, nahe dem inneren Ende, befindet sich in einer von den beiden correspondirenden Gruben *fo* der Rotula ein Tuberkel *tu.* Der innere Rotularmuskel verbindet jede Epiphyse an der inneren alveolaren Seite des Tuberkels und ist zwischen die Rotula unter ihren hervorragenden oberen Rand eingeschaltet. Die äusseren Rotularmuskeln verbinden jede Epiphyse an ihrer Zwischenmuskelseite, hinter dem Rande der flach vertieften Grube (Glenoidal-Grube) und sind an den Seiten der Rotula dicht unter dem oberen Rande eingeschaltet (Lovén) (vergl. die Fig. 7. u. 8, Taf. I).

Weiter sind fünf kleine, breite, bandförmige, hellbraune, obere Quermuskeln zu erwähnen, die die radial gelegenen Gabelstücke (Compasse)

einwärts von ihren äusseren Enden mit einander verbinden, indem sie wagerecht von der Seite des einen zu der des anderen gehen und ein Pentagon bilden. Ihre Zusammenziehung muss die Gabelstücke einander nähern. So sind sie wohl als Antagonisten der Interpyramidalmuskeln (und Rotularmuskeln?) aufzufassen.

Ausser diesen Muskeln sollen nach Valentin ein feiner Muskel am Basaltheile eines jeden Zahnes, den Tiedemann nicht gesehen hat, einige Muskel-Bänder und Ligamente an der das Gebiss umhüllenden Haut vorkommen, so die 5 Ligamenta externa recta, die radial gelegen, unterhalb der Gabelstücke in der Medianlinie der Zwischenwirbelmuskeln liegen sollen und sich bis zu den inneren Flächen der Mundhaut erstrecken sollen. Bei *Echinus esculentus* sollten die radiären Wassergefässstämme auf deren freien äusseren Rändern liegen. Bei *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus* sind sie nicht vorhanden, wie ich mich überzeugt habe, ebensowenig bei *Dorocidaris papillata*, wo sie Cuénot nicht erwähnt oder abbildet. Auch Lovén erwähnt diese Bänder nicht. Nach seinen Abbildungen zu urtheilen, fehlen sie *Echinometra* ebenso wie *Asthenosoma.*

IV. Die Musculatur der Körperwand.

a. Allgemeine Anordnung.

Die einzelnen Skelettstücke der Ambulacren und Interambulacren sind wie die des Apicalpoles, wie wir sahen, unbeweglich, fest mit einander durch Nähte verbunden. Nur in einzelnen Fällen, wie bei den Echinothuriden, erwähnten wir bewegliche, schuppenförmige Platten der Schale, die durch weiche Zwischenhäute verbunden waren. Ausser bei diesen Echinothuriden und den Cidariden, bei denen in der Mundhaut die Platten ebenfalls dachziegelförmig über einander greifen, fand Lovén in den Interradien bei *Spatangus*, *Brissopsis* und *Echinocardium* bei einzelnen Platten Imbrication. Weiter sind es fossile Gattungen, welche derartige schuppenförmige Platten zeigen. So die Familie der *Lepidocentridae* mit *Lepidocentrus eifelianus* Joh. Müller aus dem Eifeler Devon. In dieser Familie zeigen die Platten der Interambulacren Imbrication. Die Familie der *Archaeocidaridae* mit den Gattungen *Archaeocidaris*, *Lepidocidaris* zeigt dasselbe Verhalten bei allen Platten des Skelettes.

Dass eine passive Beweglichkeit der Schale bei den genannten Formen vorhanden sein müsse, folgerte man aus ihrem Bau und glaubte, dass dadurch die Schale einem Druck von aussen oder innen nachzugeben im Stande sei. Erst durch die Entdeckung von P. und F. Sarasin (588) wurde das Räthsel gelöst, indem diese Forscher nachwiesen, dass die Schale durch Muskeln activ beweglich ist. Bereits W. Thompson (641) waren bei der Tiefseedurchforschung auf dem Porcupine an einem unversehrten *Asthenosoma hystrix* merkwürdige wurmartige Bewegungen

aufgefallen, die über die Schale dieses weichen Seeigels hinliefen, eine Beobachtung, die Agassiz (17) später bestätigt hat.

Nach den Untersuchungen der Sarasin's wird diese Beweglichkeit durch fünf Paare mächtig entwickelter Längsmuskeln bewirkt, die an den Grenzen der Ambulacren und Interambulacren verlaufen. Die Muskeln erscheinen als breite halbmondförmige Bänder, welche aus zahlreichen einzelnen Bündeln bestehen. Sie entspringen von den äussersten Enden der Ambulacralplatten und zwar so, dass von einer einzelnen Platte bald eins, bald auch mehrere ausgehen. Die einzelnen Stränge *mb* verlaufen in radiärer Richtung und vereinigen sich sämmtlich in einem halbmondförmigen Centrum tendineum ct, das die Mitte des inneren Randes jedes Muskelblattes einnimmt. Die obersten Muskelstränge inseriren an den Ocellarplatten, die untersten, die zugleich die längsten sind, an der aboralen Fläche der Aurikel. Die einzelnen Bündel tauschen Faserstränge unter sich aus, sodass stellenweise complicirte Muskelnetze entstehen können. Vom adoralen Aurikelrande entspringen als Fortsetzung des Hauptmuskels noch weitere feine Muskelstränge, die in die Mundhaut hineinziehen und sich hier in der Mittellinie der winklig gebogenen Skelettstücke anheften *mmb* (Fig. 3, Taf. VIII).

Durch die fünf ambulacralen Muskelpaare wird der peripherische Theil der Leibeshöhle in zehn Kästchen geschieden, fünf engere ambulacrale und fünf breitere interambulacrale; in letzteren liegen die Geschlechtsorgane, in ersteren die später zu besprechenden Gabelblasen (Stewart'schen Organe).

Die Muskelbänder dienen zur Bewegung der Schale und daneben als Suspensorien des Darmcanals.

Mit Recht nehmen die Vettern Sarasin an, dass allen lebenden Echinothuriden diese Muskeln zukommen und dass auch die Palaechiniden mit Imbrication der Schalen eine gleiche Musculatur besessen haben werden.

Im Jahre 1877 hatte Ludwig (408) bei Seeigeln zum ersten Male durch Muskeln bewegliche Schalenplatten beobachtet. Er fand bei 7 Arten von Spatangiden, *Schizaster canaliferus* Lam., *Echinocardium cordatum* Gray, *Maretia planulata* Gray, *Spatangus purpureus* Leske, *Meoma grandis* Gray, *Brissus carinatus* Gray und *Metalia sternalis* Gray, einen Muskelapparat zwischen den beiden Plattenreihen des hinteren unpaaren Interradius. Stets beginnt der streifenförmige Muskelapparat dicht über dem oberen Rande des Periproctes und erstreckt sich von da je nach der Art verschieden weit gegen den Apex, den er jedoch in den beobachteten Fällen niemals erreicht.

Dieser streifenförmige Muskel scheint nur den Spatangiden zuzukommen, bei anderen Gruppen, selbst den nahestehenden Cassiduliden, fehlt er nach Ludwig. Ueber seine Function äussert sich Ludwig folgendermaassen: Wenn sich die Muskelfasern contrahiren, so werden dadurch die beiden interradialen Plattenreihen nach dem Körperinnern hin sich einander nähern. Ermöglicht ist diese Bewegung durch die

elastischen Fasern, welche die an einander stossenden Ränder der Platten mit einander verbinden. Diese Faserligamente wirken gleichzeitig als Antagonisten des Muskelstreifens. Sehr ausgiebig kann indessen, wie aus der ganzen Anordnung der in Betracht kommenden Theile hervorgeht, die Bewegung der Platten wohl nicht sein. Was für ein Zweck durch die ganze Einrichtung erreicht wird, weiss ich nicht. So weit Ludwig. Meiner Ansicht nach ist diese Ringmusculatur, falls eine genauere Untersuchung seine musculöse Natur bestätigt, als rudimentäres Organ anzusehen, das vor der gegenseitigen Verwachsung der Platten des Skelettes in grösserer Ausdehnung vorhanden gewesen sein dürfte.

Die Musculatur der Anhangsorgane der Körperwand ist bereits bei Besprechung der einzelnen Organe in ihrer Anordnung geschildert worden, sodass hier nur der feinere Bau nachzutragen ist.

b. Der feinere Bau der Musculatur.

Ueber den Bau der Muskelfasern liegen die ersten Beobachtungen von Valentin (667) vor, der an den Fasern der Stacheln und des Kauapparates eine Streifung sah. Leydig*) beschreibt die Musculatur als aus Muskelcylindern bestehend, die von verschiedener Stärke sind. Die Muskelcylinder des Kauapparates sollen aus keilförmigen Stücken von ziemlicher Grösse, die quer gegen einander geschoben sind, bestehen. Daneben sollen andere im Innern Fibrillen zeigen. Eine zarte Hülle, das Sarkolemm, beobachtete er stets.

Hoffmann (310) schildert die Muskelfasern der Laterne als fast vollkommen homogene Gebilde, die ein Sarkolemm besitzen, das der contractilen Substanz eng anliegt. Zwischen beiden sah er zuweilen einen Kern von elliptischer Gestalt. Einige feine Linien in den Fasern deutete er als Fältchen.

Quergestreifte Muskelfasern schilderten Geddes und Beddard (240) an den ophiocephalen Pedicellarien von *Echinus sphaera*. Köhler (347) schilderte die glatten Muskelfasern von *Spatangus* als an den Enden zugespitzte structurlose Fasern, denen aussen ein Kern liegt.

Nach Hamann (288, 290) besteht die Musculatur einer gemmiformen Pedicellarie aus anscheinend homogenen stark lichtbrechenden Fasern, denen in der ungefähren Mitte ein ovaler Zellkern aufliegt, der von wenig Zellsubstanz umhüllt wird, die auch fehlen kann. Bereits an der lebenden Faser lässt sich eine feine Längsstreifung erkennen und es gelingt leicht, eine Faser in Fibrillen zu zerlegen. Ein feines Sarkolemm ist allen Fasern eigen. An ihren Enden sind die Muskelfasern zerfranzt, zerfasert, wie sich an entkalkten Präparaten gut constatiren lässt. Das gilt besonders für die Fasern der Pedicellarien und Stacheln, überhaupt die in der Haut liegenden und die Bändermuskeln der Laterne.

---

*) Leydig, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Arch. f. Anat. u. Physiol., 1854. p. 305.

Erstere sind nicht entodermalen Ursprungs, sondern können entweder ektodermalen, das heisst von Epithelzellen der Epidermis, oder aber mesodermalen Ursprungs, Mesenchymzellen sein. Hierauf komme ich unten zu sprechen.

Die glatten Muskelfasern am Darmtractus, im Wassergefässsystem, am Mesenterium sind an ihren Enden spindlig zugespitzt. Auch ihnen liegt aussen die Bildungszelle auf. Meist ist ihre Zellsubstanz vollständig geschwunden und nur noch der ovale Kern wahrnehmbar. Auch sie zeigen einen Zerfall in parallele Fibrillen, entsprechend einer Längsstreifung, an der intacten Faser. Auf dem Querschnitt zeigen diese Muskelfasern eine unregelmässige eckige bis kreisrunde Gestalt, je nach ihrem Contractionszustand. Ihre Länge ist eine sehr verschiedene. Die ausgefranzten Fasern der Adductoren an den gemmiformen Pedicellarien sind bis 1 mm lang (Sphaer. granul.). Auch da, wo die Muskelfasern keinen grossen Durchmesser besitzen und Bindesubstanzfibrillen ähneln, entscheidet sofort die Färbung. Alle Muskelfasern färben sich sehr stark, während die echten Bindesubstanzfibrillen sich nur wenig tingiren. Weiter liegen den Muskelfasern die Bildungszelle oder der Rest derselben mit dem Kern aussen auf, während die Bindesubstanzfasern in die Länge gewachsene Zellen sind. —

An gefärbten Präparaten der zerfranzten Fasern ist der musculöse Theil streng unterschieden von den zerfaserten Enden, welche ungefärbt bleiben oder doch nur ganz gering den Farbstoff aufnehmen.

Unter den an ihren Enden zerfaserten Muskelfasern verdienen besonderer Erwähnung die bandförmigen Interpyramidalmuskeln, welche im Kauapparat sich finden. Diese Musculatur besteht aus abgeplatteten 0,04 mm breiten Gebilden, welche eine Länge von 1,3 mm besitzen (ausgewachsene Dorocidaris papillata cons. in 0,3 Procent Chromsäure). Die bandförmigen Muskeln liegen mit ihren Breitseiten aneinander. Fig. 9 und 10, Taf. VIII, zeigen diese Fasern von der Seite und auf dem Querschnitt.

Eine ungemein deutliche und leicht wahrnehmbare Längsstreifung, die parallel zur Längsaxe geht, zeigt, dass jedes Muskelblatt sich aus Fasern zusammensetzt, die leicht durch Zerzupfen von einander getrennt werden können. Dem Muskelblatt liegen aussen auf einzelne ovale Kerne in unregelmässigen Abständen. Nimmt man nun das leichte Zerlegen jedes Blattes in einzelne Fasern hinzu, so folgt daraus, dass wir hier nicht einzellige Muskeln vor uns haben, sondern ein complicirteres Gebilde. Eine Reihe von Muskelfasern liegen in einer Ebene angeordnet neben einander zu einem Blatt verbunden. Jedes solche Muskelblatt wird von einer dünnen homogenen Scheide umhüllt, welcher der Cölombelag, aus abgeplatteten Wimperzellen bestehend, aufliegt. Ueber die erste Anlage der Muskelblätter kann ich nichts angeben. An den jüngsten mir zur Untersuchung vorliegenden Seeigeln (Durchmesser 0,8 mm) waren sie schon vorhanden. —

Verzweigte Muskelfasern fand ich im Wassergefässsystem und zwar in der Wandung der Ampullen. Die einzelnen Fasern geben in ihrem Verlauf kurze Zweige ab, die sich mit den benachbarten Fasern verbinden, und so entsteht ein dichtes Netzwerk, wie es schon früher beschrieben worden ist von Valentin (667) und Leydig*) und später von den Sarasin's (587).

Auf die Muskelbänder, welche sich ausspannen zwischen den Kiefern und dem inneren Auricularrande, und zwischen den Auriculä selbst inseriren, möchte ich besonders aufmerksam machen, da die Muskelfasern derselben wegen ihrer Länge besonders gut sich zur Untersuchung eignen und eine Längsstreifung sehr deutlich wahrzunehmen ist.

Diese Muskelfasern besitzen eine Länge von über 1 cm (geschlechtsreife erwachsene Sphaerech. granul.), gehören also mit zu den grössten bekannten glatten Muskelfasern überhaupt. Ihre Dicke beträgt etwa 0,06 mm, die Fasern sind annähernd drehrund. An ihren Enden sind sie zerfasert, und sehr leicht kann man die einzelne Muskelfaser entsprechend der Längsstreifung in Fibrillen in ganzer Länge zerzupfen.

Quergestreifte Muskelfasern habe ich (288) an den stiletförmigen tridactylen und den ophiocephalen Pedicellarien gefunden. Die ersteren eignen sich ihrer Grösse wegen besonders gut zur Untersuchung. An den Fasern der drei Adductoren ist die Querstreifung im lebenden Zustande deutlich erkennbar. Der Bau der an ihren Enden zerfaserten Fasern ist folgender. Der Kern liegt der Faser in der ungefähren Mitte von wenig Zellsubstanz, dem Rest der Bildungszelle, auf. Ein Sarkolemm ist als dünnes structurloses Häutchen nachweisbar. Die Fasern sind annähernd drehrund, ihre Länge schwankt zwischen 0,5 bis 0,7 mm. Jede Faser zerfällt durch Maceration in feinste parallele Fibrillen, deren jede die Querstreifung zeigt. Im ausgestreckten Zustande zeigt jede Faser die Krause'schen Querscheiben. Als günstigstes Object sind die tridactylen Pedicellarien von *Centrostephanus longispinus* zu nennen. An der Musculatur der Mundpedicellarien ist die Querstreifung nicht so deutlich ausgeprägt, und ist an Schnittpräparaten kaum noch wahrnehmbar. Quergestreifte Muskel fand ich an den genannten beiden Arten von Pedicellarien bei *Centrostephanus longispinus* Pet., *Dorocidaris papillata* A. Ag., *Arbacia pustulosa* Gray, *Strongylocentrotus lividus* Brand, *Sphaerechinus granularis* A. Ag., *Echinus acutus* Lam., *Echinus microtuberculatus* Blainv. Die tridactylen Pedicellarien zeichnen sich durch ihre rasche, energische und plötzliche Contraction ihrer Greifzangen aus, die nur durch die quergestreifte Musculatur ermöglicht wird. An den rotirenden Analstacheln von *Centrostephanus longispinus* fand ich ebenfalls quergestreifte Fasern (vergl. die Fig. 8. 9, Taf. V).

---

*) Kleinere Mittheilungen zur Gewebelehre. Arch. f. Anat. u. Physiol. Jg. 1884, p. 296—348.

V. Das Nervensystem.

Das Centralnervensystem der Seeigel liegt, wie bei den Ophiuren, in besonderen Hohlräumen in der Tiefe der Körperwand, indem es seine ectodermale Herkunft nicht mehr erkennen lässt. Nur an einer Stelle, an den Terminalplatten, ist die ectodermale Lagerung noch nachweisbar. Es setzt sich zusammen aus dem Schlund- oder Gehirnring, der den Schlund umkreist, und von ihm abgehenden radiär in der Mittellinie der Ambulacren verlaufenden Nervenstämmen, die in den Terminalplatten in den Endfühlern enden. Im Gehirnring, wie in den radiären Nervenstämmen, lassen sich zwei von einander getrennte Theile unterscheiden, die auch in dieser Gruppe mit besonderen Namen benannt werden sollen: das ectoneurale Nervensystem, das mächtig entwickelt bis zu den Untersuchungen von Cuénot (136) allein bekannt war, und einer an besonderen Stellen auf seiner inneren Fläche, an der Wand der Hyponeuralcanäle liegenden Nervenschicht, das Hyponeuralsystem, ersteres von Cuénot als système nerveux épidermique, letzteres als système nerveux profonde bezeichnet. Es ist nur bei den Regulären und den Clypeastroiden ausgebildet, fehlt aber den zahnlosen Irregulären. Im Vergleich zu seiner Ausdehnung bei Seesternen und Ophiuren ist es bei den Seeigeln stark rückgebildet.

Als drittes Nervensystem ist das in der dorsalen Körperwand liegende Nervensystem, système nerveux entérocoelien ou génital Cuénot's, Entoneuralsystem Ludwig's, welches Prouho (556) entdeckte, beschrieben worden.

Das periphere Nervensystem. Vom Ectoneuralsystem zweigen sich Nerven ab zu der Haut, den verschiedenen Theilen des Wassergefässsystems und dem Darm. Vom Hyponeuralsystem wird der Kauapparat mit Nervenzügen innervirt, während vom Entoneuralsystem periphere Nerven in die Geschlechtsorgane eintreten.

Als besondere Sinnesorgane sind Augenflecke bei einigen Gattungen beschrieben worden, und besonders die Ambulacraltentakel, die an dieser Stelle ausführlich zu besprechen sind. Die Sinnesorgane auf den Pedicellarien und die Sphäridien sind bereits oben geschildert worden.

A. Ectoneurales Nervensystem.

1. Ringnerv und radiäre Nervenstämme (Ambulacralnerven). (Centralnervensystem.)

a. Lage und Gestalt. Das ectoneurale Centralnervensystem besteht aus den fünf Radialstämmen, die in der Mittellinie der Innenseite der Ambulacralzonen verlaufen, auf den Ocellar- oder Terminalplatten beginnen, dann ihren Weg durch die Auricularfortsätze nehmen, um auf der Aussenseite des Schlundes durch den pentagonalen Schlundring verbunden zu werden. Die radiären Nervenstämme (Radialnervenstämme)

sind an ihren beiden Enden — Terminalplatte und Schlundring — weniger stark entwickelt; sie zeigen in der Mitte der Ambulacren ihre stärkste Ausbildung. Der Entdecker des centralen Nervensystems war Krohn (362) im Jahre 1841. Seiner Schilderung des Verlaufes haben die späteren Beobachter wenig Neues hinzuzufügen vermocht, so bestätigten Joh. Müller (494), Valentin (667) u. A. seine Angaben. Erst mit Beginn der letzten Jahrzehnte wurde der feinere Bau näher erforscht durch Hoffmann (310), Teuscher*) (636a), Frédéricq (231), Köhler (347), Hamann (290), Prouho (557), Cuénot (136).

Die fünf radiären Nervenstämme liegen, wie es bei den Holothurien und Ophiuren geschildert wurde, in zwei sie in der ganzen Länge begleitenden Canälen, von denen der äussere, der Körperwand zugewendete, als Epineuralcanal, der innere, der Leibeshöhle zugekehrte, als Hyponeuralcanal oder Pseudohämalcanal, da er von den meisten Autoren fälschlich für ein Gefäss gehalten worden war, bezeichnet wird. Fig. 1, Taf. IX giebt einen Querschnitt durch ein Ambulacrum wieder, *Ep* ist der äussere, *Hp* der innere Canal. Diese Canäle lassen sich von der Terminalplatte an verfolgen, sie begleiten die Radialnerven bis zum Schlund, treten mit ihnen durch die Auriculä in die Laterne ein. Der innere Canal, der Hyponeuralcanal, obliterirt, und nur der Epineuralcanal setzt sich als Ringsinus auf der äusseren Fläche des Schlundringes fort. Der Schlundring liegt etwas höher als die fünf Radialnerven; er wird durch je fünf paarige Bänder am Schlund angeheftet (Krohn). Von ihm aus treten fünf paarige Nerven centralwärts aus, um den Darmtractus zu innerviren (Hamann). Die Farbe des Schlundrings ist bei Strongyl. liv. violett, bei Spaerech. esculentus, saxatilis, brevispinus nach Hoffmann roth. Bei den Spatangoiden, denen der Kauapparat fehlt, wird der Nervenring in derselben Weise von einem Epineuralsinus begleitet.

b. Der feinere Bau. Der feinere Bau der Nerven wurde von Hoffmann (310) geschildert, der Nervenfasern und Ganglienzellen beobachtete, die peripher liegen sollen. Offenbar meint er die Zellen der oberflächlich liegenden Zellschicht, das Deckepithel. Teuscher (636a) fertigte Längsschnitte durch den frei präparirten Nervenstamm an, und fand „zarte Längsfasern dicht neben einander verlaufen". Der äusseren, der Schale zugewendeten Schicht liegt eine Schicht von Zellen an mit deutlichen Kernen. In der von diesem Autor gegebenen Abbildung sind Zellen, Ganglienzellen, zwischen den Fasern deutlich zu sehen, werden aber im Text nicht erwähnt (Jenaische Zeitschrift, Bd. 10, Fig. 7 auf Taf. XX).

Frédéricq (229) schildert den Bau in ähnlicher Weise. Die Radialstämme wie der Gehirnring liegen im Innern eines besonderen Canales und sind aus Längsfasern und einer aufliegenden Schicht bipolarer, kleiner

*) Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Echiniden p. 526. Jenaische Zeitschrift f. Naturw. Bd. 10, 1876.

Zellen zusammengesetzt. In allen Theilen fand dieser Forscher dieselbe Zusammensetzung vor. Köhler (347) hat sich der Darstellung seines Landsmannes angeschlossen, ohne selbst Neues hinzuzufügen. Nach Prouho setzen sich die Nervenstämme und der Schlundring aus feinsten Fasern zusammen, die dicht parallel zu einander verlaufen. Als cellules nerveuses deutet er die oberflächliche Zellschicht. Die Faserschicht lässt er durchsetzt sein von zahlreichen Bindesubstanzbündeln, die von der darunter liegenden Bindesubstanz sich abzweigen.

Nach der Darstellung von Hamann (290) ist der Bau folgender. In allen Theilen bestehen Gehirnring wie Radiärstämme aus feinsten Fibrillen, die eng parallel mit einander verlaufen, im Gehirn ringförmig, in den Längsstämmen longitudinal. Die Fäserchen sind kaum messbar und zeigen dasselbe Verhalten wie die Nervenfasern der Asteriden. Sie tingiren sich mit neutraler Essigkarminlösung sehr schwach, während die Zellkerne von Zellen zwischen ihnen sich stark färben. Das sind die Ganglienzellen, die regellos zerstreut vorkommen. Ihr Kern ist meist länglich oval, und dann ist die Zelle spindlig und an zwei entgegengesetzten Polen in Fäserchen, Nervenfibrillen, ausgezogen. Die Zellsubstanz ist oft kaum erkennbar und umhüllt den etwa 0,005—0,007 mm grossen Kern. Selten trifft man auf multipolare Zellen, deren Kerne eine mehr runde Gestalt besitzen. Fig. 4, Taf. IX zeigt auf einem Längsschnitt durch den Gehirnring eines *Sphaerechinus* die Ganglienzellen mit ihrem verhältnissmässig grossen Kern und der kaum kenntlichen Zellsubstanz. Auf dem Querschnitt treten die Fibrillen in Gestalt feinster Puncte auf, und es zeigt sich, dass dieselben keine weitere erkennbare Structur, wenigstens mit unseren jetzigen Hilfsmitteln, besitzen.

Die nach der Schale zugewendete Fläche der Radiärstämme, sowie die der Mundöffnung zugewendete Oberfläche des Gehirnringes trägt die bereits von den verschiedenen Forschern beschriebene Zellschicht. Entweder liegen die Zellen dieser Schicht in einer Reihe angeordnet, oder aber in mehreren Lagen dicht gedrängt. Die isolirten Zellen sind von unregelmässiger Gestalt, an einander abgeplattet und etwa 0,004 mm gross. Nach Cuénot (136) wird diese Zellschicht von einer feinen Cuticula begrenzt. Woher kommen diese Zellen, sind sie nervöser Natur, Ganglienzellen oder Epithelzellen? Unter Vergleichung der Nerven der Seesterne und Holothurien kommt Hamann (290) zu dem Ergebniss, dass diese Zellen ectodermalen Ursprungs sind wie bei den Seesternen. Cuénot (136, p. 478) hat sich dieser Deutung angeschlossen.

Die Nervenstämme der Asteriden zeigten sich bestehend aus Nervenfasern, die zwischen Fortsätzen der Epithelzellen (sog. Querfortsätzen oder Querfasern von Teuscher u. A.) der Ambulacralrinne verliefen. Bei der jungen *Synapta* und den Ophiuren liegen die Nervenfasern ebenfalls im Epithel, Ectoderm, und gelangen erst später in die Cutis. Unter Erwägung aller Verhältnisse kam ich nun zu dem Resultat, dass bei *Synapta* und den Holothurien überhaupt nicht die Nervenfaserschicht

allein, sondern auch das Ambulacralepithel mit seinen Fortsätzen, zwischen denen die Nervenfasern senkrecht zu letzteren verlaufen, mit in die Cutis hinabgerückt sei und als Deckepithel fungire. Dafür sprachen vor Allem die erhalten gebliebenen Fortsätze dieser Epithelzellen, die ich als Stützzellen beschrieben habe. Bei den Echiniden sind die Verhältnisse dieselben.

Untersucht man auf Längs- oder Querschnitten den Gehirnring von *Spaerechinus* (nach Färbung mit neutralem Essigkarmin oder Pikrokarmin), so kann man ganz deutlich beobachten, wie die Nervenfaserschicht von Fasern senkrecht durchsetzt wird (Fig. 7 auf Taf. VIII). Diese Fasern beginnen am Deckepithel und ziehen bis zu der jenseits der Nervenfaserschicht liegenden bindegewebigen Membran, an der sie sich anheften. An Zerzupfungs- oder Klopfpräparaten trifft man diese feinen Fortsätze in Zusammenhang mit den Zellen des Oberflächen-Epithels. Die Fortsätze selbst zeichnen sich durch ihre ungemeine Dünne aus. Den Spatangiden fehlen diese Fortsätze nach Hamann (290).

An Querschnitten durch die Radiärstämme sind sie schwer aufzufinden, da sie in diesen überhaupt nur in ganz geringer Anzahl bei der genannten Art vorkommen. Bei *Dorocidaris papillata*, einer zur Beobachtung der feineren Structuren des Gehirnringes wie der Radiärstämme besonders geeigneten Form, sind die Querfortsätze an allen Stellen entwickelt.

Die zwischen den Fibrillen liegenden spindelförmigen Ganglienzellen erreichen eine Länge von 0,009 mm. Ihr Kern zeigt ein Kernkörperchen neben dem Netzwerk. Zwischen den Nervenfasern und ihnen peripher aufgelagert zwischen dem Deckepithel trifft man ein feinkörniges Pigment an, das entweder lose zerstreut auftritt, oder in Pigmentzellen liegt, wie Fréléricq (230) bereits geschildert hat.

c. Der Bau der Fühler (tentacules terminaux) oder Endtentakel auf den Radial- oder Terminalplatten. Auf jeder der fünf Radialplatten wurden durch Valentin (667) Augenflecke beschrieben, woher diese Platten den Namen Ocellarplatten tragen und bis heute auch noch von Prouho (556) und von den meisten Forschern so bezeichnet wurden. A. Agassiz (8) hatte bereits 1874 festgestellt, dass Augenflecke nicht vorhanden seien. Zu derselben Ansicht kam auch Perrier (526), wie alle übrigen Beobachter (Hoffmann, Frédéricq, Köhler). Die Versuche von Romanes und Ewart (576), die bezeugen sollten, dass die Seeigel nach Wegschneidung der Augenflecke nicht mehr lichtempfindlich seien, will gegen die positiven Angaben der genannten Forscher nichts besagen, zumal sie gar nicht sagen, was sie eigentlich unter Augenflecken verstehen. Die sogenannten Augenflecke sind bei vielen Arten am erwachsenen Thier als Pigmentflecke überhaupt nicht vorhanden. Da, wo aber farbige Flecken auf der Terminalplatte auftreten, sind sie nach Hamann (290) Pigmentanhäufungen im Epithel.

Das Pigment ist in Form kleiner Körnchen und in Pigmentzellen angehäuft.

Verfolgt man den radiären Nervenstamm, wie er die Körperwand durchbricht und durch einen Porus die Basalplatte durchsetzt, Fig. 2, 3, Taf. IX, so sieht man ihn begleitet von dem Epi- und Hyponeuralcanal und dem radiären Wassergefäss in die Basalplatte eintreten. Hierbei verliert er sein Deckepithel und breitet sich, an der Epidermis angelangt, unterhalb derselben, aus, indem seine Fasern mit den Epithelzellen in Verbindung treten. Auf den Basalplatten ist das Epithel (*Echinus acutus*) kuppelförmig hervorgewölbt. Seine Zellen sind von haarförmiger Gestalt; sie gleichen feinen Fasern, die in einer Anschwellung den ovalen Kern tragen. Ganglienzellen liegen zwischen den Nervenfasern unregelmässig zerstreut. Das radiäre Wassergefäss tritt, wie erwähnt, in die Radialplatte ein, um sich kuppelförmig zu erweitern und blind zu enden. So weit die Darstellung von Hamann (290). Bereits Al. Agassiz (8) sprach von den Tentakeln, die durch die Poren treten, und verglich sie mit jenen der Seesterne. Ebenso nannte Hamann (290) diese Endigungen des radiären Wassergefässes und radiären Nerven Terminalfühler, die bei Echiniden die Terminalplatte durchbohren, während bei Asteriden und Ophiuren sie von ihr überdeckt werden. Trotzdem sprachen die späteren Autoren weiter von Ocellarplatten (Lovén, Duncan und Sladen, Prouho). H. Carpenter und Sladen widersprechen der Homologisirung dieser Ocellarplatten, die besser mit Bury und Cuénot als Terminalplatten bezeichnet werden, mit den Terminalplatten der Seesterne, wie es Lovén wollte. Prouho (556) endlich zeigte, dass der radiäre Nervenstamm durch die Poren der Ocellarplatte hindurchtritt und sich auf ihr ausbreitet, sagt aber ausdrücklich, dass Augenflecke oder unpaare Tentakel fehlen. Die Epi- und Hyponeuralcanäle hat der französische Forscher übersehen.

Cuénot (138) untersuchte den Terminalfühler bei *Strongylocentrotus lividus*. Er fand, dass der Hyponeuralcanal obliterirt und nur der Epineuralsinus in die Terminalplatte mit eindringt, indem er durch den Nerv in zwei Theile getrennt sein soll. Bei *Echinocyamus pusillus* ist der Fühler besonders deutlich entwickelt. Bei einzelnen Seeigeln trifft man auf den Terminalplatten zwei Poren, so bei Arbaciiden und Palechiniden (*Melonites multipora*, *Palaeechinus elegans*). Nach Cuénot theilt sich das Wassergefäss und der Nerv, nachdem sie in die Terminalplatte eingetreten sind, gabelförmig, und es kommt zur Bildung zweier Nervenausbreitungen. Diese Stellen sind grubenförmig vertieft, anstatt kuppelförmig hervorgewölbt. Wir haben hier eine secundäre Erscheinung vor uns, da die jungen Arbacien nur einen Porus (Joh. Müller, Agassiz, Colton und Garman) mit den fünf primordialen Tentakeln zeigen. Die Entstehung der Terminaltentakel und ihre Rückbildung wird im Kapitel Entwicklungsgeschichte ausführlich geschildert werden.

2. Peripheres Nervensystem.

a. Das Nervensystem im Darmtractus.

Die in den verschiedenen Theilen des Darmes nachweisbaren Nerven hängen sämmtlich zusammen mit dem Schlundring. Wie bereits geschildert wurde, ist der Schlundring mit dem Schlund durch zehn Bänder befestigt. In diesen zehn Bändern verlaufen zehn Nerven, die vom Schlundring abgehen und in das Epithel des Schlundes eintreten. Nach der Darstellung von Hamann (290) besteht jeder Nerv aus feinsten Nervenfasern mit dazwischen liegenden Ganglienzellen. Auf Querschnitten durch die Wandung des Schlundes trifft man die einzelnen Nervenzüge in Gestalt von ovalen oder kugligen fein granulirten Gebilden, den quer durchschnittenen Fasern. Die 10 Bündel lösen sich in eine grössere Zahl kleiner Nerven auf, die eine Stärke von 0,013—0,026 mm (Magendarm eines 4 mm grossen Sphaerech. gran.) besitzen. Wie die Fig. auf Taf. XII zeigt, verlaufen die Nervenfasern zwischen den Fortsätzen der langen Darmepithelzellen. Im Dünndarm wie im Rectum sind die Nerven nachweisbar. In letzterem bestehen sie nur aus wenigen Fasern.

Frédéricq sah die vom Schlundring sich abzweigenden Nerven zuerst, während sie späteren Forschern, wie Köhler und Prouho (556, 557) entgingen. Cuénot bestätigte die Angaben, indem er im Schlundtheil sie wiederfand.

Bei den Spatangiden verlaufen die Darmnerven in der stark entwickelten Bindesubstanzschicht, bald mehr der Muskelschicht, bald mehr dem Epithel genähert (Hamann 290). Von diesem Nervenbündel lassen sich Fasern zu der Musculatur wie zum Darmepithel verfolgen (Fig. 4, Taf. XII). Cuénot (138) bestätigte diese Angaben.

b. Die Hautnerven.
(Füsschennerven und subepithelialer Plexus.)

Die ersten Angaben über das Hautnervensystem finden sich bei Lovén (401), der die vom radiären Nervenstamm austretenden seitlichen Nervenäste bis zum Körperepithel verfolgte, wo sie sich in ein Geflecht von Fasern mit Ganglienzellen auflösen (*Brissopsis lyrifera*). Romanes und Ewart (576) beschreiben den subepithelialen Nervenplexus von *Echinus* als über den ganzen Körper verbreitet. Köhler (347) ist zwar von dem Vorhandensein eines Hautplexus überzeugt, konnte ihn aber nicht nachweisen. Ausführlich wurde er 1886 beschrieben von Hamann (288), Prouho (550) und 1887 von P. und F. Sarasin (587). Letztere fanden ihn bei *Diadema setosum* und Echinothuriden.

Vom radiären Wassergefässstamm zweigen sich alternirend (Fig. 1, Taf. IX) rechts und links die zu den Ambulacralfüsschen ziehenden Wassergefässe ab. Mit diesen, ihnen aufgelagert, laufen die nach Prouho (556/7) und Cuénot (138) zu gleicher Zeit austretenden Hautnerven und

Füsschennerven, während Hamann (290) bei *Strongylocentrotus* eine Trennung nicht beschreibt.

Fig. 1, Taf. IX zeigt einen Querschnitt durch die entkalkte Ambulacralwand. Der radiäre Nervenstamm *Nr* ist durchquert und wird vom Epi- und Hyponeuralcanal begrenzt. Rechts tritt der mit *na* bezeichnete Füsschennerv aus, der anfangs noch von seinem Epithel bekleidet wird. Er tritt in das Epithel der Wandung des Füsschens über. Neben ihm entspringt, indem sich der radiäre Nervenstamm faltet und an der Wand des Epineuralsinus entlang neben dem Füsschennerv verläuft, der Hautnerv. Er wendet sich, nachdem er mit letzterem und dem Wassergefäss zusammen durch den Porus der Ambulacralplatte hindurchgetreten ist, an der Epidermis angekommen, rechtwinklig um, indem er sich nach allen Seiten in der Haut verzweigt und den peripheren Plexus, der an allen Stellen der Körperoberfläche nachweisbar ist, mit bilden hilft. Die Nervenzüge dieses subepithelialen Nervengeflechtes verlaufen nach allen Richtungen. Von ihnen aus treten die Vervenzüge an die Basis der Stacheln, um hier den basalen Nervenring zu bilden (siehe oben Kapitel Stacheln p. 1015). Von ihm aus steigen feine Aestchen bis zur Spitze der Stacheln, in den Wimperrinnen, während ein feines Netzwerk von Nervenfibrillen mit Ganglienzellen zwischen den Muskelfasern der Muskelschichten gebildet wird (Hamann 290, Taf. VI, Fig. 1).

Bei den Spatangoiden und Clypeastroiden liegen die Verhältnisse anders. Der periphere Nervenplexus liegt epithelial und wird von der Bindesubstanz (Cutis) durch eine feine Basalmembran abgegrenzt. Der Füsschennerv tritt gesondert von dem Hautnerven aus dem radiären Nervenstamm aus (Hamann, Cuénot). Zur Untersuchung eignet sich besonders *Echinocardium*, da das Rückenepithel bei ihm besonders entwickelt ist. Man kann Zellen mit starrem, lichtbrechendem basalem Fortsatz, die die epitheliale Nervenschicht senkrecht durchsetzen, neben Zellen, deren basale haarförmige Fortsätze sich zwischen den Nervenfasern verlieren, unterscheiden. Letztere als Epithelsinneszellen von Hamann (290) bezeichnet, sind über die ganze Rückenfläche verbreitet.

Die Verzweigungen und Endigungen der Füsschennerven sind im Kapitel: Wassergefässsystem bei der Schilderung des Baues der verschiedenen Arten von Ambulacralanhängen beschrieben.

c. Sinnesorgane.

Nachdem die von Valentin (667) beobachteten Sehorgane auf den Terminalplatten (daher Ocellarplatten genannt) sich als Pigmentanhäufungen herausgestellt hatten, wie sie auch an anderen Stellen der Haut sich finden, glaubten F. und P. Sarasin (587) glücklicher gewesen zu sein und bei *Diadema setosum* aus dem Hafen von Trincomali an der Ostküste von Ceylon echte „Augen“ über die ganze Körperoberfläche zerstreut angetroffen zu haben. Auf der Oberfläche der Thiere finden sich zahllose

glänzend blaue Flecke. Auf jeder Genitalplatte liegt ein rundlicher blauer Fleck; dann folgt eine Reihe solcher dem Verlauf des glatten, der Borsten entbehrenden Theiles des Interambulacrums; an der Stelle, wo dieses sich in zwei Aeste gabelt, theilt sich auch die Fleckenreihe in zwei, die je einem Aste des Interambulacrums folgen. Gegen den Ambitus der Schale werden sie allmälig schwächer und weniger leuchtend, auf der basalen Fläche der Thiere verlieren sie sich gegen den Mund hin. Ausserdem wird jede Stachelbasis der Interambulacra von einem Kranz ganz kleiner Fleckchen umgeben und weitere Reihen folgen den Ambulacralrinnen. Die Flecke, von denen 1000—2000 einem Thiere zukommen, sind zwischen 2—1 mm und darunter gross.

Zuerst gesehen wurden diese Flecke von Peters (532) bei *Astropyga*. Nach F. und P. Sarasin bieten diese Flecke bei der Oberflächenbetrachtung durch das Mikroskop Bilder, wie sie von den Insectenaugen bekannt sind. Jeder blaue Fleck ist von der Fläche betrachtet in eine Anzahl von Hexa- seltener Pentaedern aufgelöst, deren jeder eine Pyramide aus lichtbrechender Substanz entspricht, deren abgerundetes Ende in einem Becher von schwarzem Pigment sitzt (Fig. 4, Taf. VIII), das in stellenweise sternförmigen Zellen abgelagert ist. Diese Pyramiden liegen dem nervösen Plexus der Haut unmittelbar auf, der unterhalb des Epithels liegt und die ganze Oberfläche des Echinidenkörpers überzieht. Besondere *Nervi optici* fehlen. Der Nerv trägt in der Gegend dieser Gebilde einen oft ziemlich regelmässigen Belag von Ganglienzellen. Bindegewebsbündel und kleine Gefässe (?) sollen die Nervenschicht stellenweise unterbrechen.

Jede Pyramide oder jeder lichtbrechende Körper ist zusammengesetzt aus ziemlich dicken, blasigen Zellen, deren Kerne im Allgemeinen der Wand der Pyramide anliegen. Diese Pyramiden entstehen durch Theilung von Epithelzellen, indem sich ein kleiner runder Zellhaufen bildet. In diesen Zellen sollen dann Vacuolen auftreten; doch haben das die beiden Forscher nicht direct beobachtet.

Das diesen Pyramiden (lichtbrechende Körper) auflagernde, sie überziehende Körperepithel ist sehr verschmälert, Fig. 5, Taf. VIII *ep*, und wird *Cornea* genannt.

Diese Gebilde sollen nach P. und F. Sarasin „Augen" vorstellen. Zunächst ist gegen diesen Ausdruck Einspruch zu erheben, da der Beweis für eine Lichtempfindung von ihnen nicht erbracht wird. Zwar schildern beide Zoologen, dass die Thiere in den Gläsern aufbewahrt, für Licht und Schatten sehr sensibel seien. Sobald man sich mit der Hand den Gläsern näherte, richten sie gegen den Gegenstand sofort ihre langen spitzen Stacheln. Sie erwähnen aber weiter, dass die Thiere beim Angreifen einen heftigen Schmerz hervorrufen, der wahrscheinlich durch ein in den abbrechenden Stacheln enthaltenes giftiges Secret herrührt. Aehnliche Empfindlichkeit gegen Licht und Schatten zeigen aber auch andere Seeigel, denen diese Organe fehlen, wie *Centrostephanus*. Bedingung ist

nur, dass mit den Thieren unmittelbar nach der Erbeutung experimentirt wird.

Nun hat aber Döderlein (159) beobachtet, dass Exemplare dieses *Diadema setosum*, frisch aus dem Meere genommen, sehr schön in den fünf Radien leuchten. Somit wären diese Organe als Leuchtorgane anzusehen und die sie zusammensetzenden Theile wären folgendermaassen zu deuten: Die von P. und F. Sarasin als lichtbrechende Körper bezeichneten Pyramiden setzen sich aus modificirten Drüsenzellen oder Schleimzellen zusammen, denen das Leuchtvermögen innewohnt. Der Pigmentbecher ist auch bei anderen Leuchtorganen vorhanden, ich erinnere nur an die von G. O. Sars beschriebenen kugligen Organe von *Euphasia*, deren hintere Hälfte von einem rothen Pigment überzogen ist, die vordere aber durchsichtig ist. Dass sie in zweiter Linie lichtempfindlich sein können, soll nicht geleugnet werden; das erlaubt aber noch lange nicht in ihnen Augen zu sehen. Betrachtet man übrigens die Drüsenzellenpackete aus der Haut von *Diadema*, wie sie P. und F. Sarasin abgebildet haben (Fig 6, Taf. VIII), so wird man sofort von der Aehnlichkeit derselben mit den Pyramiden frappirt und wird sich dafür entscheiden müssen, in ihnen besonders modificirte Drüsenzellen zu sehen, deren Substanz leuchtend ist.

Cuénot (136) bekämpft ebenfalls auf Grund der Abbildungen und Beschreibung der Sarasins die Deutung dieser Organe als Augen. Er hält die Pyramiden vielmehr als aus grossen Schleimzellen zusammengesetzt und meint, dass die Versicherungen dieser Forscher nur mit Reserve aufzunehmen sind und eine Bestätigung ihrer Ansichten nöthig sei.

B. Das hyponeurale Nervensystem.

Bei den Seeigeln ist dieses Nervensystem nur bei den mit Kauapparat versehenen Gattungen vorhanden. Allen übrigen fehlt es vollkommen. Aber auch bei den gnathostomen Echinoideen ist es im Vergleich zu den Seesternen und Schlangensternen nur schwach entwickelt.

Cuénot (136) beschrieb es zuerst als système nerveux profond folgendermaassen. Es findet sich in Gestalt von fünf aus Fibrillen und Zellen bestehenden plattenförmigen Auflagerungen in den Radien theils auf dem Schlundring gelegen, theils an den Stellen, wo die fünf Ambulacralnerven austreten. Diese fünf Platten sind breit, sie sind von dem ectoneuralen Schlundring durch eine dünne Bindegewebsschicht getrennt. Den Nervenfasern liegen oberflächlich Ganglienzellen, wahrscheinlich mesodermaler Herkunft, auf. Diese fünf Ganglien entsenden je einen kräftigen Nerven, der längs der Ränder jeder Pyramide des Kauapparates hinaufsteigt und wahrscheinlich die Bewegungsmuskeln innervirt. Cuénot fand diese Ganglien bei allen darauf untersuchten Gnathostomen (Regulären und Clypeastriden), niemals aber bei den Spatangoiden. Die von Valentin, Frédéricq und Köhler beschriebenen Nerven, die zu

dem Kauapparat vom Schlundring sich abzweigen sollten, sind nach Prouho (556) nichts anderes als Bänder, und haben mit diesem Cuénot'schen Nervensystem nichts zu schaffen.

Der aborale (entoneurale) Nervenring.

Als Anhang zu dem hyponeuralen Nervensystem sei der von Prouho (556, 557) entdeckte Nervenring beschrieben, der bei *Strongylocentrotus lividus*, *Echinus acutus* und *Echinodiscus biforis* (nach Cuénot) beobachtet wurde, aber *Dorocidaris papillata* fehlt, und ebenso bei *Echinocyamus pusillus*, wie den Spatangoiden, vergeblich von Cuénot gesucht wurde.

Dieser Nervenring verläuft in der aboralen Innenwand, dem aboralen ringförmigen Sinus, und tangirt die fünf Genitalöffnungen In der Höhe jeder Geschlechtsdrüse giebt er einen Ast ab, der in den Ausführcanal der Drüse sich verliert. Der Nervenring besteht aus Fasern, denen oberflächlich Zellen aufliegen, die nach Cuénot nervöser Natur sind. Sollten sich die Angaben bewahrheiten und er nur einigen Gattungen zukommen, anderen aber fehlen, so würde ihm nur eine untergeordnete Bedeutung zukommen. Dass er mit dem ectoneuralen System in keiner Verbindung stehen soll, wie es nach den Angaben der beiden französischen Forscher der Fall sein soll, ist wohl sehr zweifelhaft.

VI. Das Wassergefässsystem (Hydrocöl).

Das Wassergefässsystem oder Ambulacralgefässsystem der Seeigel setzt sich zusammen aus einem Ringcanal, der bei den Formen mit Kaugerüst auf dessen Oberfläche verläuft, und fünf von ihm sich radial abzweigenden Ambulacralcanälen, die auf der Aussenfläche des Kauapparates herabsteigen und zu den fünf radiären Nervenstämmen parallel, der Leibeshöhle zugekehrt, ihren Weg nehmen, um in den Terminalfühlern der Terminal-(Ocellar-)Platten blind zu enden. Die fünf radiären Ambulacralgefässe geben seitlich Aeste ab zu den Ampullen und Füsschen. Als Anhangsorgan des Ringcanales sind die fünf interradial gelegenen Polischen Blasen zu erwähnen. Vom Ringcanal erhebt sich, die Leibeshöhle durchsetzend, ein Steincanal, der auf der Rückenfläche durch die Poren der Madreporenplatte mit dem Meerwasser in offener Verbindung steht. — Bei den Formen ohne Kauapparat liegt der Ringcanal in der Ventralwand den Schlund umkreisend.

Die Kenntniss vom Wassergefässsystem dieser Thiere verdanken wir Johannes Müller's (488, 494) Untersuchungen. Vor ihm war zwar schon Tiedemann (642) das Wassergefässsystem als vom Blutgefässsystem getrenntes Gefässsystem bekannt, während Delle Chiaje und Valentin noch beide mit einander verwechselten. Tiedemann's Kenntniss beschränkt sich aber nur auf die Ambulacralgefässe. Der Ringcanal war ihm noch unbekannt. Valentin (667) kannte nur vom

Wassergefässsystem die Verbindung der Ambulacralfüsschen mit den Ampullen, ohne die Verbindung mit den Ambulacralcanälen zu finden. Johannes Müller (488) konnte mit Recht von sich sagen, dass er da zu beginnen habe, wo Monro und Tiedemann aufgehört hatten. Er fand den Wassergefäss-Ringcanal (Valentin's venöser Gefässring) auf dem Kauapparat und stellte den Zusammenhang mit den fünf Ambulacralgefässen fest, der Monro und Tiedemann entgangen war. Den Verlauf dieser Gefässe verfolgte er genau. Weiter überzeugte er sich von der Mündung der fünf von ihm Polische Blasen genannten Organe. Den Zusammenhang der Mundtentakeln mit den Wassergefässen lässt er dahingestellt sein.

Den Steincanal hat wohl zuerst Agassiz (28a)*) gesehen und beschrieben, dass die Sieböffnungen der Madreporenplatte in ihn sich öffnen, ohne aber weiter auf seinen Verlauf einzugehen. Joh. Müller (488) erkannte die verkalkte Wandung des Steincanals bei *Cidaris* und sah, wie er aus dem Becken der Madreporenplatte, in das die Poren derselben einmünden, entspringt, dicht am „Herzen", aber ohne Verbindung mit ihm zum Oesophagus herantritt, um sich, an der Laterne angelangt, in den Ringcanal zu öffnen. Er ist ein feiner Canal, bald weich (*Echinus*), bald in seiner Wand mit Kalkplättchen ausgestattet.

Durch Sharpey (612) und Quatrefages wurde die Wimperung der Wandung der Hohlräume des Wassergefässsystems bekannt und damit ein fundamentaler Unterschied zwischen ihnen und den Blutgefässen festgestellt.

1. Der Ringcanal.

Johannes Müller (494) schildert den Ringcanal als einen Gefässring, der auf der Laterne liegend den Oesophagus umkreist. Ihm liegt der Blutlakunenring auf, wie die Fig. 1 und 4 auf Taf. X zeigen, erstere im Querschnitt, letztere in Oberflächenansicht. Der Bau des Ringcanales ist sehr einfach. Sein Lumen wird von einem Epithel ausgekleidet, das aus abgeplatteten Zellen sich zusammensetzt, welche feine Wimpern tragen. Es ist in den verschiedenen Abschnitten des Wassergefässsystems immer von gleichem Bau.

Bei Seeigeln ohne Kauapparat (Spatangiden) verläuft der Ringcanal mit dem Nerven-Schlundring um die Mundöffnung, diese umkreisend. Teuscher (636a) erkannte ihn hier zuerst; von Hoffmann wurde er wiedergefunden, während die erste exacte Darstellung von Köhler (347) gegeben wurde. Nach Hamann (290) und Prouho (556) ist der Verlauf des Ringcanales folgender. In Fig. 5, Taf. IX ist die Ober- und Unterlippe, *OL*, *UL* eines *Spatangus* von aussen gesehen wiedergegeben. Unter der Unterlippe, von ihr verdeckt, liegt die schlitzförmige Mund-

*) Comptes rendus, T. 25, p. 679; Froriep's Notizen. N. Reihe, Bd. 5, 1848, p. 145.

öffnung. Fig. 5, Taf. X zeigt die Oberlippe in der Innenansicht, das heisst ihre Unterseite und den Oesophagus. Die Unterlippe ist im Umriss punctirt angegeben. Um die Oberlippe herum, die aus meist fünfseitigen Kalkplättchen zusammengesetzt ist, verlaufen der ungleichschenklige pentagonale Nervenring von den epi- und hyponeuralen Canälen eingeschlossen, und der Ringcanal des Wassergefässsystems. Der erstere wie der letztere sind mässig dicke Stränge. Ihre Lage zu dem Blutlakunenring lässt sich nur auf Querschnitten übersehen, wie ein solcher in Fig. 4, Taf. IX abgebildet ist. Der Schnitt ist in der Richtung von *a* — *b* in Fig. 5 gelegt, geht also quer durch Ober- und Unterlippe und die Mundöffnung. Mit *GR* ist der durchquerte Schlundring, mit *WR* der Ringcanal bezeichnet, der im Bereich der Oberlippe nach innen vom Schlundring liegt.

Die Anhangsorgane des Ringcanales.

Bei der Betrachtung des Kauapparates eines regulären Seeigels fallen auf seiner Oberfläche zwischen je zwei Bogenstücken, in den Radien der Zähne gelegen, und zwar in den von den fünf Muskeln begrenzten Räumen, bläschenförmige Gebilde auf, die mit den um den Schlund kreisenden Ringcanal, sowie mit dem Blutlakunenring in Verbindung stehen. Die Farbe dieser Organe ist bei den einzelnen Arten verschieden; sie sind je nach der Farbe der Pigmente, die in den Zellen abgelagert sind, gelblich bis bräunlich gefärbt.

Am stärksten ausgebildet unter den Mittelmeerechiniden fand ich sie bei *Echinus acutus*, *Echinus melo* und *Sphaerechinus granularis*. Sie kommen allen regulären Formen zu, den Spatangoiden und einzelnen Clypeastroiden (*Echinocyamus pusillus*) fehlen sie nach Cuénot (136), während *Echinodiscus biforis* nicht fünf, sondern nach diesem Autor zahlreiche unregelmässige Organe in jedem Interradius besitzt.

Zuerst hat Delle Chiaje (146) diese Gebilde gesehen und kurz geschildert. Valentin (667) beschrieb sie als organes glanduleux, indem er ihren Bau eingehend schilderte. Bei Teuscher (639a) und Hoffmann (310) werden sie als Polische Blasen besprochen, ein Name, der später von Perrier (526), Köhler (347) u. A. beibehalten worden ist, obgleich sie mit jenen unter derselben Bezeichnung beschriebenen Organen der Holothurien und Asteroideen nichts gemein haben.

Teuscher's Angaben gründeten sich auf Injectionen. Es gelang ihm, diese Blasen vom Ringcanal zu füllen. Er erkannte, dass nicht das ganze Organ sich füllt, sondern dass vom Stiel aus nur zwei bis drei enge Canäle, die sich baumförmig verästeln, ohne die Peripherie zu erreichen, den Farbstoff einlassen. Dieser Forscher hielt diese blasigen Gebilde für verkümmerte Polische Blasen, die nicht mehr fähig wären als Reservoir für den Inhalt des Wassergefässsystems zu dienen. Nach den Untersuchungen von Köhler verzweigen sich in diesen Anhangs-

organen Blutlakunen und Gefässe, die vom Ringcanal entspringen, ohne aber mit einander zu verschmelzen. Er glaubt eine Uebereinstimmung im Bau mit der ovoiden Drüse zu erkennen.

Bei *Sphaerechinus granularis* ist das Organ nach Hamann (290) folgendermaassen gebaut. Die nach oben gekehrte Fläche der Organe, die nach der Leibeshöhle zu von der Membran, welche die Laterne umhüllt, abgegrenzt wird, ist annähernd glatt, während die untere mehrfach gelappt ist und bläschenförmige Auftreibungen zeigt. Ein grosser Hohlraum im Innern des Organs steht mit diesen kleineren Aussackungen in Verbindung. Wie aus der Fig. 1, Taf. IX hervorgeht und wie aus Querschnittsserien bezeugt wird, geht vom Ringcanal des Wassergefässsystemes ein Canal in das Organ, welcher mit dem Hauptlumen desselben in Verbindung steht. Von diesem gehen kleinere Aestchen zu den einzelnen traubenartigen Aussackungen. Das Epithel, welches im Ringcanal sich findet, setzt sich fort in unser Organ und kleidet sämmtliche bisher beschriebenen Hohlräume aus. Die Zellen besitzen Wimpern, von denen Fragmente an Schnittpräparaten noch theilweise erhalten sind. Weiter trifft man dieselben Wanderzellen an, welche im Wassergefässsystem auftreten. Sie liegen oft zu Ballen gehäuft in den beerenartigen Ausstülpungen. Zwischen ihnen ist ein braunkörniges Pigment in ziemlicher Menge angesammelt. Dieses ist es, welches dem Organ die eigenthümliche Farbe mitgiebt im Verein mit der Blutflüssigkeit, auf welche ich sogleich zu sprechen komme.

Die besonders verdickte obere Wandung des Organes zeigt in seiner Bindesubstanzschicht ein System von Lakunen und Hohlräumen, welche sämmtlich mit einander und durch eine Lakune mit dem Blutlakunenring in Verbindung stehen. Die geronnene Blutflüssigkeit lässt sich bei prall angefülltem Lakunenring aufs deutlichste in der Wandung unseres Organes verfolgen. Zottenförmige Erhebungen, mit derselben erfüllt, ragen in die Hohlräume hinein, welche vom Ringcanal und Steincanal aus gespeist werden. Zahlreiche Blutwanderzellen sind in der geronnenen, mit neutralem Karmin rosa tingierten Flüssigkeit zerstreut.

Die Wandung des Organes besteht aus einer dasselbe überziehenden Epithelschicht, dem Cölomepithel, und der Bindesubstanzschicht, in welcher sich die Lakunen finden. Irgend welche Verkalkungen treten nicht auf, und bietet diese Zellschicht mit ihren wenigen Spindelzellen und Fasern nichts von Belang.

Fragt man nun nach der Bedeutung dieser fünf Anhangsorgane, so ist die zunächst liegende Erklärung wohl die, an Respirationsorgane zu denken. Eine solche Annahme will ich zu begründen suchen. Von aussen her wird durch die Madreporenplatte, deren Poren stets geöffnet sind und überhaupt nicht verschlossen werden können, Wasser aufgenommen und in den Steincanal geleitet. Dieser mündet in den Ringcanal, welcher der Laterne aufliegt. Es gelangt also das frische Seewasser zunächst in diesen Canal und von hier aus durch die engen

Canälchen in unsere fünf Organe. Hier bespült das Wasser die zottenförmigen Bildungen, welche in den Haupthohlraum hineinragen. In diesen Zotten circulirt die Blutflüssigkeit, welche ihrerseits aus dem Blutlakunenring, der oberhalb des Ringcanals verläuft, in die Organe Zutritt erlangt hat. Die regenerirte, mit Sauerstoff versehene Blutflüssigkeit hat man sich dann wieder, aus dem Lakunenring austretend, circulirend zu denken.

Somit würde diesen Organen eine Function zukommen, wie sie bei einem Theil der Holothurien die Wasserlungen ausüben, in welche durch das Rectum Seewasser gelangt und mit der Blutflüssigkeit durch die grosse Zahl der sich auf ihnen ausbreitenden Lakunen in Berührung tritt. Dass auch ein reger Austausch von Wanderzellen beider Organsysteme stattfindet, ist bei der amöboiden Bewegung derselben selbstverständlich.

Diese Anhangsorgane fehlen nach Prouho (556) bei *Dorocidaris papillata*. Bei dieser Art ist der Ringcanal mit dem Blutlakunenring eng verschmolzen, indem die Lakunen des letzteren in der Wand des ersteren sich verzweigen und mit dem Apicalorgan (glande ovoide) in directer Verbindung stehen. F. und P. Sarasin (590) fanden denselben Mangel dieser Organe bei *Asthenosoma*, und Cuénot (136) bei *Peronella orbicularis*. In beiden Fällen war der Wassergefäss-Ringcanal mit dem Lagunenring eng verbunden, indem von dem ersteren kleine Aussackungen sich in das Lakunengewebe hinein verzweigten, wobei jedoch die Canäle jedes Systems in ihren Enden geschlossen bleiben, sodass nicht von einer directen Communication der beiden Flüssigkeiten die Rede sein kann.

Der Name Polische Blasen darf ferner nicht mehr in Anwendung kommen, da die so benannten Organe der Asteroideen und Holothurien einen abweichenden Bau zeigen (vgl. Ludwig 418).

2. Die Radial-(Ambulacral-)Canäle und ihre Verzweigungen.

a. Der Verlauf der Radialcanäle, die Ampullen und Canäle.

Bei den mit Kauapparat versehenen Echiniden treten aus dem Ringcanal in den Radien die fünf horizontal liegenden Radialcanäle aus, indem sie zunächst unter der Rotula in einem Canal zwischen den Epiphysen zweier aneinander gelegenen Kiefer-Pyramiden, über der Zwischenkiefermusculatur verlaufen. An der Peripherie der Oberfläche des Kauapparates angelangt, wenden sie sich ventralwärts, um zwischen den Gabelenden der Rotulä auf der äusseren Fläche der Laterne senkrecht in der Mittellinie der Interpyramidalmuskeln hinabzusteigen bis zum Peristomfeld, wo ein jeder Canal zunächst einen Zweig abgiebt, der sich zum Mund wendet, und sich alsbald dichotomisch theilt. Diese beiden Canälchen treten in die Mundtentakel ein. Nach der Abgabe je eines ovalen Astes (Perrier, Köhler, Prouho u. A.) ziehen die Radialcanäle, indem sie ihre radiäre Lagerung beibehalten, durch die Auriculä hindurch, und verlaufen jetzt in der Mittellinie der Ambulacralfelder längs der inneren

Seite der Schale bis zur Terminalplatte des Apicalpoles hinauf, immer parallel mit den Radialnerven, wobei sie gegen das Ende hin an Ausdehnung abnehmen. Die Radialcanäle verlaufen bis zu ihren blinden Endigungen in den Terminalplatten ungetheilt, einfach, wie Perrier (526) genau ausführte. Die Darstellung von Köhler (347), dass die Radialcanäle und ihre Verzweigungen doppelt seien, dass es zwei Canäle, einen oberen engen und einen weiten unteren gäbe, der von der Schale durch die Blutlakune und den Nervenstamm getrennt werde, haben von keiner Seite Bestätigung erfahren.

Bei den einen Kauapparat entbehrenden Spatangoiden ist der Verlauf der fünf Radialcanäle einfacher. Vom Ringcanal treten die Canäle in den fünf Radien aus und verlaufen in ihnen jederseits die weiter zu besprechenden Seitenäste abgebend. Ringcanal wie Radialcanäle sind in ihrer ganzen Ausdehnung von einem Plattenepithel ausgekleidet, das lange Wimpern trägt, sodass die Inhaltsflüssigkeit mit ihren Zellen in steter Bewegung gehalten wird. Eine Membrana limitans liegt nach aussen von dem Innenepithel.

In der ganzen Länge geben die Radialcanäle rechts und links rechtwinklig alternirende Seitenäste ab, und zwar so viel Aeste, als Porenpaare vorhanden sind. Jeder Seitenast bildet unter jedem Paare ein dem Abstand der beiden Poren entsprechend in die Quere gezogenes, von beiden Seiten schmal zusammengedrücktes und gegen das Innere der Leibeshöhle bogenförmig vorspringendes ambulacrales Bläschen, die Ampulle, aus der ein oder zwei feine Canäle die Körperwand durchsetzen, um innerhalb der Basis eines Ambulacralfüsschens (Pedicelle) verschmelzend, welches in diesem blind endet.

In der Jugend tritt bei allen Echiniden nur ein Canal aus der Ampulle direct in das auf der Schalenoberfläche stehende Ambulacralfüsschen. Dieses Verhalten gilt als ursprünglich und ist noch dauernd erhalten unter den Spatangoiden in den Gattungen *Neolampas, Palaeotropus* und in der Familie der Pourtalesien, bei *Urechinus, Cystechinus* und *Calymne*. Bei den Clypeastroiden und Spatangoiden haben die Füsschen der Petalodien zwei Canäle, die übrigen sind einporig.

Fig. 1, Taf. IX giebt einen Querschnitt durch ein Ambulacrum eines *Sphaerechinus* wieder. Mit *N* ist der durchquerte radiäre Nervenstamm bezeichnet, mit *RW* der durchquerte Radiärcanal, von dem ein Seitenast *sa* sich in die Ampulle *Amp* öffnet, aus der zwei Canäle durch die Körperwand hindurch zu dem nur in seiner Basis dargestellten Ambulacralfüsschen ziehen, um in den mit *Wg* bezeichneten centralen Hohlraum sich zu öffnen.

Bau der Ampullen. Die Gestalt der Ampullen ist je nach ihrer Lage verschieden. Bei den regulären Seeigeln stehen diese zarten, dünnwandigen Bläschen dicht gedrängt neben einander und sind dadurch gegenseitig abgeplattet und rechtwinklig zum Ambulacralradius verbreitert. Dasselbe gilt für die Ampullen in den Petalodien der Irregulären. Da

aber, wo die Poren einfach sind, oder wie in den Ambulacren der Mundhaut die Füsschen in grösseren Abständen stehen, nehmen die Ampullen eine kuglige bis birnförmige (spitzbeutelförmige) Gestalt an. Ihre dünne Wand besteht aus dem Cölomepithel, das sie aussen überzieht. Unterhalb desselben folgt eine dünne Bindesubstanzschicht; nach innen von dieser eine Ringmuskelschicht, deren glatte Muskelzellen unter einander verästelt sind (Hamann). Innen werden sie von dem aus wimpernden abgeplatteten Zellen sich zusammensetzenden Epithel ausgekleidet, wie es in allen Räumen des Wassergefässsystems angetroffen wird. Die Ampullen werden nach Cuénot (136) bei einzelnen Arten von einem Ventil nach dem Ringcanal zu abgeschlossen, *V* in Fig. 1, Taf. IX, welches das Zurückfliessen der Inhaltsflüssigkeit aus der Ampulle in den Ringcanal zu verhindern bestimmt scheint. Ludwig hat diese Ventile zuerst erwähnt, als er die gleichen Gebilde bei den Ophiuren beschrieb. Nach Cuénot besteht das Ventil bei *Dorocidaris papillata* aus einer kreisförmigen musculösen Membran.

Eine weitere Einrichtung zur Regulirung der Flüssigkeit in den Ambulacralfüsschen sind die Muskelfasern, die quer aufgespannt zwischen je zwei gegenüberliegenden Wänden der Ampullen ihr Lumen durchziehen und einen Verschluss derselben bewirken können. Leydig*) war es, der zuerst auf diese Bildungen aufmerksam gemacht hat. Er fand in den Ampullen der Füsschen von *Echinus esculentus* diese auch von ihm als echte Muskelfasern angesehenen Fasern. Diese leicht zu bestätigenden Angaben sind von Hoffmann (310) in Abrede gestellt worden. Ludwig**) fand bei seinen Untersuchungen über die Crinoiden ähnliche Bildungen und bestätigte auch die Leydig'schen Angaben.

An den Ampullen der jungen Thiere (bis 1 cm Durchmesser) sind zwischen den beiden parallelen Wänden der Ampullen einzelne Muskelfäden ausgespannt, welche stets vom Epithel überkleidet werden, oder aber es sind die Muskelfasern zu mehreren verbunden, und dann zeigt sich eine parallele Anordnung derselben, so dass sich dann beide Bänder zwischen den beiden abgeplatteten Seitenwänden ausspannen. An den Ampullen der erwachsenen Thiere sieht man durchbrochene Wände zwischen den beiden Seitenflächen stehen, welche durch Verschmelzung der Muskelfasern entstanden sind. Hier zeigt es sich am deutlichsten, dass das Epithel, welches die Ampullenwandungen innen überzieht, auch auf diese durchbrochenen Verbindungsbrücken sich fortsetzt, und dass selbst die dünne Bindesubstanzschicht der Ampullenwandung in diese Brücken übertritt und in Gestalt einer dünnen Lamelle mit Fasern und Zellen gleichsam die Axe bildet, welcher auf beiden Seiten die Muskelfasern aufliegen. Letztere sind deutlich durch die Färbung von den feineren Fibrillen der Lamelle zu unterscheiden (Hamann 290).

*) Leydig, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre, Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1854.

**) Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Crinoideen, Morphol. Studien Bd. 1, p. 17.

Die gleichen, wie Stricke ausgespannten Muskelfasern fand ich in den Füsschen vor, wie ich bei der Beschreibung derselben auseinandergesetzt habe. Auch bei den Spatangoiden habe ich ähnliche Bildungen in den pinselförmigen Füsschen angetroffen und werde ich diese weiter unten zu beschreiben haben.

b. Die Ambulacralfüsschen, Pedicellen.

Von den äusseren Ambulacralanhängen sind bereits die am erwachsenen Thier rückgebildeten Tentakel auf den Terminal-(Ocellar-)Platten besprochen worden. Allen Seeigeln kommen weiter Ambulacralfüsschen oder Pedicellen zu, die in den Ambulacralfeldern und auf der Mundhaut als Mundfüsschen sitzen und sich über den Poren der Platten erheben, um mit den Ampullen durch die oben geschilderten Doppelporen in Verbindung zu treten.

Die Ambulacralfüsschen sind wohl zuerst von Réaumur*) an einem lebenden Seeigel beobachtet und beschrieben worden. Er glaubte, dass so viel Füsschen vorhanden seien wie Poren und scheint angenommen zu haben, dass sie sich durch die Poren aus dem Körperinnern hervorstrecken und wieder zurückziehen konnten.

Sechzig Jahre später hat J. A. Gyllendahl**) in jener Schrift, die den Nachweis brachte, dass die „Crystall-äplen“ oder „Kalkbollar“, die noch von Linné zu den Mineralien gestellt wurden, „versteinerte Thiere der Gattung *Echinus* oder ihr nahe verwandt“ seien, gezeigt, dass bei den Seeigeln, von denen er zwei Arten beschrieb, die „Tentakel“ als elastische und weiche Filamente sich immer jeder über einem Paar von Poren erhebt. So viel Doppelporen ein Seeigel besitzt, so viel Tentakel kommen ihm zu. Gyllendahl ist auch der erste Forscher gewesen, der bei den irregulären Echinen von Linné beobachtete, dass die Poren im Umkreis der Mundöffnung verschieden seien von denen der Schale. Otto Friedrich Müller (500), dem grossen dänischen Forscher, verdanken wir aber erst die erste genaue Schilderung der besonderen Gestalt der Mundpedicellen von *Spatangus purpureus*.

Durch Johannes Müller (494) wurde dann die Kenntniss der äusseren Form der Ambulacralfüsschen bei einer grossen Zahl von Gattungen bedeutend gefördert. Er fand, dass die fünf Paar Mund-

---

*) Réaumur, Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1712. Avec les mémoires de mathématique et de physique pour le même année. Paris 1714. Mém. p. 136, pl. 8.

**) J. A. Gyllendahl, Beskrifning på de så kallade Crystall-äplen och kalkbollar, såsom petreficerade djur af Echini genus, eller dess närmaste slägtingar. K. Vetensk. Akad. Handl. 1772, Vol. 33, p. 239, und übers. ins Deutsche: Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik, auf das Jahr 1772, übers. von Abraham Gotthelf Kästner. Leipzig, Bd. 34 1776 (citirt nach Lovén), p. 231.

füsschen bei *Echinus, Diadema, Astropyga, Echinocidaris* dieselbe Gestalt wie die übrigen Saugfüsschen besitzen. Die Saugplatten beschreibt er bei *Diadema* zweilappig, wie es bereits Delle Chiaje für *Echinocidaris* geschildert hatte.

Während die Gattungen *Echinus, Echinometra, Salmacis* u. a. der regulären Seeigel nur Füsschen einer Art besitzen, nämlich mit einer Saugscheibe versehene Saugfüsschen, also homoiopod (Duvernoy) sind, haben andere verschieden gebaute Pedicellen, wie die Gattung *Echinocidaris*, wie Delle Chiaje zuerst gesehen hat. Die ventralen Füsschen besitzen eine Saugplatte, unter welcher eine ringförmige Kalkscheibe liegt, während am dorsalen Theil der Ambulacren Saugscheibe und Kalkring ganz verloren gehen; die Füsschen werden seitlich abgeplattet, am Ende zugespitzt und an den Seiten eingeschnitten.

Die verschieden gebauten Füsschen der Spatangoiden beschreibt zuerst Duvernoy (197) und Joh. Müller. Letzterer unterschied 1) einfache locomotorische Füsschen, am Ende abgeschnitten oder leicht abgerundet, ohne besondere Saugscheibe; 2) locomotorische Füsschen mit Saugplatte am Ende. Die Saugplatte ist entweder eine grosse runde, am Rande crenulirte Scheibe, die durch radienartig gestellte Kalkplättchen verstärkt ist, oder die Scheibe zerfällt durch Theilung der Radien in Fingerchen, welche netzförmige Kalkplättchen in ihrem Innern enthalten; 3) Tastfüsschen, deren verbreitertes Ende pinselförmig mit gestielten Knöpfchen besetzt ist. Die Stiele enthalten einen Kalkstab; 4) kiemenartige Füsschen, Ambulacralkiemen. Es sind dreieckige, am Ende zugespitzte Blätter, deren Seiten durch Aussackungen oder Einschnitte gefiedert sind. In einem und demselben Ambulacrum stehen zwei oder selbst drei Arten von Füsschen vom Mundpol bis zum dorsalen Pol. — Wo die Semiten oder Fasciolen vorhanden sind, ist die Verbreitung einer Art von Füsschen auf denjenigen Theil der Ambulacren umschrieben, der von den Fasciolen umgrenzt wird. Bei *Spatangus* beschreibt Müller drei Arten: Tastfüsschen, locomotorische und kiemenartige Füsschen. Die dem Munde nächsten Füsschen aller Ambulacra, die Mundfüsschen, sind am Ende mit geknöpften Cirren besetzt, die übrigen ventralen Füsschen sind locomotiv ohne Cirren. Dagegen stehen im subanalen Felde innerhalb der *Semita infraanalis* jederseits noch drei Cirrenfüsschen. Bei *Brissopsis, Schizaster* u. a. mit peripetalen Fasciolen stehen am vorderen Radius besonders gestaltete Füsschen mit crenulirten oder sternförmig gefingerten Saugscheiben. Die pinselförmigen circumoralen Tastfüsschen sind in den fünf Ambulacren gleich gebaut. Alle besitzen subanale Cirren, und zwar *Brissopsis* jederseits eine subanale Reihe von sechs Füsschen mit Cirren, *Schizaster canaliferus* sieben oder acht jederseits in einer Längsreihe in ziemlicher Entfernung vom After am hintern Theil der Ventralseite der Scheibe, nicht zwischen ihm und der hinteren Fasciole, sondern nach vorn von der letzteren.



DR. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

49., 50., 51., 52. u. 53. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1902.



Unsere Kenntniss der Ambulacralfüsschen vermehrten die Abhandlungen von Erdl (201), Al. Agassiz (8), Hoffmann (310), Perrier (521), Lovén (401, 404); den feineren Bau schilderten neben den Genannten Köhler (347), Niemiec (505), Hamann (290), der besonders die Nervenendigungen klar zu stellen suchte, Prouho (556) und Cuénot (136), der die Untersuchungen Hamann's zum grössten Theil bestätigte.

Im Folgenden soll der feinere Bau der Füsschen, die in der Jugend bei allen Seeigeln sich gleichen und erst während des Wachsthums sich differenziren (Polymorphismus, Arbeitstheilung) an einzelnen Beispielen erörtert werden.

An die Spitze stellen wir die regulären Echinoideen, bei denen es in der Familie der Echiniden nur eine Art von gleichartig gebauten, mit Saugscheibe versehenen Füsschen geben kann, während bei den Cidaroiden, Diadematiden, Arbaciiden u. a. bereits drei Arten unterschieden werden können, nämlich locomotorische Saugfüsschen mit Saugscheibe, Tastfüsschen oder Flagella ohne Saugscheibe, Mundfüsschen oder Sinnesfüsschen mit zweilappiger Endscheibe.

Tastfüsschen oder Flagella.

Nach Hamann (290) treten die Tastfüsschen in typischer Form bei *Centrostephanus longispinus* auf. Sie sitzen auf der Rücken- und Seitenfläche der Schale, während die Saugfüsse auf die Bauchfläche der Ambulacralplatten beschränkt sind. Den Tastfüssen fehlt die Saugplatte, sie enden verschmälert kegelförmig ohne jede plattenförmige Anschwellung. Unterhalb ihres zugespitzten Endes liegt eine halbkuglige Hervorwölbung, die ich als Nervenplatte oder Nervenpolster bezeichne (Fig. 6, Taf. IX). Diese Tastfüsse können sich ungemein verlängern und erscheinen dann als beinahe fadenförmige Geisseln. Sie erreichen dann an einem *Centrostephanus* von 7 cm Durchmesser eine Länge von 5 cm und darüber, während ihre Dicke nur 0,3—0,6 mm beträgt. Sie schwingen lebhaft nach allen Seiten hin und her. In der Füsschenwandung, und zwar in der Bindesubstanzschicht sind Kalkkörper, meist Dreistrahler, unregelmässig vertheilt. Jedes lebende Füsschen ist glashell durchscheinend, mit Chromatophoren versehen, die in den mannigfaltigsten Contractionszuständen getroffen werden. Diese Zellen sind braun. Besonders in den blinden Enden der Füsschen sind die Pigmentzellen sehr zahlreich angehäuft. Die Wimperung der Epithelzellen ist am basalen Theile sehr stark und die Wimpern stehen in Büscheln angeordnet. Sie sind auffallend lang. An der Spitze dieser peitschenförmigen Füsschen habe ich keine Wimperung wahrgenommen. Hier trugen die Zellen starre Fortsätze, die keine Bewegung zeigten. Es zeigt sich dasselbe Verhalten wie in der Saugplatte der Mundfüsschen dieser Art. Auch auf dieser fand ich die kurzen, unbeweglichen Tastborsten, vermisste aber die Wimperung vollständig. Dass die Function der Mundfüsschen eine ab-

weichende von der der Saugfüsschen ist und sie näher den peitschenförmigen Rückenfüsschen stehen, geht einerseits aus Noll's Beobachtungen hervor und wird andererseits durch das gleiche Vorhandensein von Tastborsten bestätigt.

Um den Verlauf des Nervenzuges im Füsschen zu studiren, genügt es, ein lebendes Füsschen, oder, falls dieses sich beim Abschneiden zu stark contrahirt hat, ein mit Osmiumsäure fixirtes zu untersuchen. Dann sieht man in der Wandung an einer Stelle einen etwa 0,06 mm breiten Streifen emporsteigen und in der hügelartigen Anschwellung, dem Nervenpolster, enden. Es gelingt bereits an so conservirten Füsschen die Bestandtheile dieses Nervenzuges, die feinen, parallel zu einander verlaufenden Fibrillen, zu erkennen. Ueber die näheren Verhältnisse, ob dieser Nervenzug im Epithel oder in der Cutis verläuft, belehren Schnitte, vor Allem Längsschnitte. Man unterscheidet dann folgende Schichten in der Wandung des Füsschens: nach aussen 1) die Epidermis mit einer homogenen, im Leben gallertflüssigen Cuticula. Unterhalb derselben folgt 2) die Cutis, die Bindesubstanz, und nach innen von dieser eine 3) Längsmuskelschicht und hierauf das den Hohlraum des Füsschens auskleidende 4) Wimperepithel.

1. Die Epidermis interessirt uns am meisten, da in ihr der Nervenzug verläuft. Wie besonders Querschnittserien erkennen lassen, ist das Epithel an einer Stelle in der ganzen Ausdehnung des Füsschens verdickt. Das ist der mässig hervorspringende Streifen, in welchem der Nervenzug verläuft. Unterhalb der Epithelzellen verlaufen die eng aneinander geschmiegten Nervenfasern zu einem Bündel vereinigt, um in der Nervenplatte, wo das Epithel am stärksten in Gestalt einer Hervorwölbung verdickt ist, zum Theil wenigstens zu enden, während ein anderer Theil bis zum konischen Ende des Füsschens sich verfolgen lässt. Während bei den Pedicellarien die Nervenzüge in der Cutis verlaufen, tritt bei den Füsschen — es gilt dies nicht nur für die Tastfüsschen, sondern auch für Mund- und Saugfüsschen — der Nervenzug an der Basis derselben aus der Cutis, der Bindesubstanz, über in das Körperepithel, und somit haben wir das gleiche Verhalten, wie es bei den Asteriden besteht, noch erhalten. Das Epithel besteht im basalen Theile aus oft schlecht gegeneinander abgegrenzten Zellen. Die Zellen sind bald von cylindrischer Gestalt, bald mehr von cubischer, je nach dem Contractionszustande. Der Zellleib färbt sich fast gar nicht. Nur um den Kern ist eine sich schwach tingirende Sustanz vorhanden. Im Epithelstreifen, in dem der Nervenzug verläuft, trifft man auf feine, fadenförmige Zellen, die an Isolationspräparaten wenig Zellsubstanz um den ovalen bis rundlichen Kern besitzen. Nach der Peripherie ist die Zelle in einen Fortsatz ausgezogen, mit dem die Taststäbchen wahrscheinlich in Verbindung stehen, während ein basaler Zellfortsatz dasselbe Verhalten wie die Nervenfasern zeigt und zwischen diesen sich verzweigt. Ausserdem treten ähnlich gestaltete Zellen mit hyalinem, stärkerem Fortsatz auf, welcher die Nervenmasse

senkrecht durchsetzt und bis zu der schwach entwickelten Basalmembran sich verfolgen lässt. Diese Zellen sind als Stützzellen anzusprechen.

2. Die Cutis ist sehr gering entwickelt, und lassen sich kaum verschiedene Schichten, die durch den Verlauf ihrer Fasern gekennzeichnet wären, unterscheiden. Fasern mit spindel- und sternförmigen Zellen liegen wirr durcheinander in der hyalinen, glasigen Grundsubstanz. Die Kalkstäbe, welche sich in grosser Menge finden und die ich als Dreistrahler bezeichnet habe, liegen in dieser Schicht. Dasselbe gilt von den bräunlichen Pigmentzellen, die theilweise auch zwischen den Epithelzellen angetroffen werden. Die innerste Lage der Cutis wird von einer Membran mit ringförmig verlaufenden Fasern gebildet.

3. Die Musculatur besteht aus einer Lage von longitudinal verlaufenden Fasern und endlich in den von mir als constantes Vorkommen angetroffenen Quermuskeln, welche das Lumen der Füsschen im mittleren und basalen Theile durchziehen.

Die der Länge nach verlaufenden Muskelfasern sich schwach entwickelt. Sie ziehen bis in das conisch zugespitzte Fussende und convergiren hier gegeneinander.

Die Quermuskeln durchziehen den Hohlraum des Füsschens im unteren und mittleren Theile. In ersterem sind sie am stärksten ausgebildet, indem sie sich als starke Stränge zwischen der Wandung ausspannen. Alle diese Verbindungsbalken laufen zueinander parallel, wie schon aus der Flächenansicht hervorgeht. Bald setzen sie sich nur aus einer einzelnen Muskelzelle zusammen, die mit verbreiterten Enden an der Wandung des Füsschens sich anheftet, bald aus mehreren Muskelfasern, die zu einem Bündel zusammengetreten sind. Zwischen den einzelnen Bündeln oder Strängen treten Verbindungen ein, indem sie sich verzweigen. Auffallend gross ist die Zahl der Zellkerne, die sich den Muskelfasern anliegend finden. Zu jeder Muskelfaser gehört jedoch nur ein Kern, der von einer geringen Menge von Zellsubstanz umhüllt wird. Jedes Bündel mit seinen Muskelfasern wird von einer membranartigen Hülle der Bindesubstanz umhüllt, der aussen die cubischen bis abgeplatteten, wimpernden Epithelzellen aufliegen, wie sie die innere Fläche der Füsschenwand auskleiden. Es ist hier somit das gleiche Verhalten zu constatiren, wie ich es bei den Quermuskeln der Ampullen beschrieben habe. Die Wirkung dieser Musculatur besteht darin, durch ihre Contraction die Füsschen schnell mit der Innenflüssigkeit zu füllen und damit zu ihrer Verlängerung beizutragen.

Die Mundfüsschen.

Auf der Buccalmembran des Peristoms stehen bei den Echiniden mit Ausnahme der Echinothuriden und Cidariden meist zehn kreisförmig angeordnete Füsschen, die sich durch ihre Gestalt von den Ambulacralfüsschen unterscheiden. Sie können sich oft derartig contrahiren, dass sie dann, zwischen die Pedicellarien versteckt, kaum noch erkennbar sind. Be-

sonders Noll*) (508a) hat auf diese Füsschen hingewiesen und interessante Beobachtungen über ihre Function mitgetheilt.

Noll stellte zunächst fest, dass diese zehn Mundfüsse nicht zum Anheften benutzt werden, ebenso wenig wie sie etwa zum Ergreifen der Nahrung dienen. „Am meisten in Bewegung sieht man die fraglichen Organe, wenn dem Seeigel irgend ein Bissen auf die Stacheln gelegt worden ist und er nun, wie geschildert, sich von dem Glase abhebt, um die Speise herabgleiten zu lassen. Lebhaft schlagen die „Pseudopedicellarien", wie ich diese Mundfüsschen eben wegen ihrer Aehnlichkeit in morphologischer, aber ihrer Verschiedenheit in physiologischer Hinsicht zu nennen vorschlug, von dem Munde nach aussen, besonders in der Richtung, aus welcher die Nahrung kommt, und um so lebhafter wird ihr Spiel, je mehr letztere sich dem Munde nähert". Dabei bewegt sich jedes der zehn Organe selbstständig. Sobald die Nahrung in den Schlund kommt, sieht man sie sich der Nahrung nähern, um selten den Bissen zu berühren. Noll schliesst hieraus, dass diese Organe dazu da sind, die Qualität der Nahrung zu prüfen: „sie sind Geruchs- oder Geschmacksorgane, oder vielleicht auch beides zugleich".

Die histologische Untersuchung ergiebt nun auf das Evidenteste, dass diese Organe einen besonderen Bau besitzen und anders gebaut sind, als die Saugfüsse, wie ich im Folgenden darthun kann.

Die Gestalt unserer Organe ist in verschiedener Hinsicht eine abweichende von der der Saugfüsschen. Zunächst erscheint ihre Saugplatte nicht kreisrund, sondern, wie Noll hervorhebt, mehr elliptisch, oft bisquitförmig eingeschnürt. „Sie steht mit ihrer Längsaxe tangential zur Peripherie des Mundkegels."

Die Endplatten der Mundfüsschen von *Sphaerechinus granularis* und *Centrostephanus longispinus* zeigen keine Wimperung, wohl aber starre Tastborsten, die in ziemlich gleichen Abständen von einander stehen. Die Bewegung unserer Mundfüsschen ist eine fortwährende hin und her pendelnde und rotirende. Stösst man sie, so contrahiren sie sich momentan und verschwinden in dem Wall von Pedicellarien. Bei *Centrostephanus longispinus* und anderen Echiniden stehen die Mundfüsse paarweise angeordnet.

Sämmtliche Füsschen der Echiniden, mögen sie welche Function immer ausüben, besitzen unterhalb der Saugplatte (oder des zugespitzten conischen Endes) eine Anschwellung, die ich als Nervenpolster bezeichnet habe. Fig. 1 auf Taf. XI zeigt einen Längsschnitt durch ein Mundfüsschen eines *Sphaerechinus granularis.* Der Schnitt ist durch die Längsaxe und das Nervenpolster, das durchquert ist, gelegt. Der Füsschennerv *N* verläuft im Epithel, um im Nervenpolster *qunf* zu enden und sich hier ringförmig auszubreiten. Von diesem Nervenring ziehen Nerven-

*) Noll, F. C., Mein Seewasser-Zimmeraquarium. Zool. Garten, Jg. 22, 1881, p. 137. Die Angaben beziehen sich auf *Echinus microtuberculatus* Blainv.

züge zur Endplatte. Das Epithel setzt sich zum grössten Theil aus Epithelsinneszellen zusammen. Die feinen Nervenfibrillen verlaufen zwischen den basalen Fortsätzen der Stützzellen.

Die Cutis, Bindesubstanzschicht, ist im Endtheile der Platte stark verdickt, im Basaltheile hingegen nur wenig entwickelt. Zwischen den Zellen und Fasern, die in den verschiedensten Richtungen wirr durch einander laufen, liegen zahlreiche Pigmentzellen. Bei *Arbacia pustulosa* ist das Pigment schwarz und liegen die Zellen oft zwischen die Epithelzellen eingekeilt. Der Längsmuskelschicht aufliegend trifft man auf die elastische Bindegewebsmembran, die sich deutlich aus ringförmig verlaufenden Fasern zusammensetzt. Sie ist durch Fenster und Lücken durchbrochen. Das das Lumen des Füsschens auskleidende Epithel besteht aus cubischen Wimperzellen.

Bei *Echinus acutus* sind die Mundfüsschen mit einer bisquitförmigen Endscheibe versehen, die etwa 1,5 mm lang und halb so breit ist. Der Nervenzug endet unterhalb der Endscheibe und breitet sich ringförmig aus. Sämmtliche zur Endscheibe sich abzweigenden Nerven liegen epithelial und verlaufen zwischen den Stützzellen, deren basale Fortsätze auf einer Basalmembran inseriren, die das Epithel von der Bindesubstanzschicht überall scheidet. Das gegentheilige Verhalten werden wir an den Saugfüsschen treffen.

Die Saugfüsschen.

Die der Fortbewegung dienenden Ambulacralfüsschen sind durch ihr zu einer breiten, kreisrunden Platte, der Saugscheibe, ausgebildetes Ende ausgezeichnet (vgl. Tafel Systematik, *Bryssopsis lyrifera* u. A.). Mit Hilfe dieser Saugfüsschen, die in der Regel auf der Bauchfläche, selten auch auf des Rückenfläche vorkommen, erfolgt die Befestigung selbst an glatten Flächen, wie sogleich geschildert werden soll. Fig. 6, Taf. XI, zeigt die Oberfläche einer durchsichtigen Saugscheibe von *Strongylocentrotus drobachensis* mit der aus vier sich gegenseitig beinahe berührenden Stücken bestehenden Rosette, die unterhalb der Oberfläche in der Bindesubstanz eingebettet liegt. Die Oberfläche selbst zeigt mehrere vom Centrum aus beginnende Faltungen. Sobald nun die Oberfläche der Saugscheibe sich mit ihrem hervorstehenden Rande auf einem Gegenstande anheftet, treten die Muskelfasern in Thätigkeit, indem sie den centralen Theil der Saugscheibe nach innen ziehen und so durch die Einsenkung einen luftleeren Raum erzeugen. Unterhalb der Kalkrosette liegt noch ein zweites Kalkgebilde, ein annähernd quadratischer Kalkring (psellion Lovén). Bei den meisten Gattungen finden sich zwei getrennte Kalkgebilde vor. Bei *Toxopneustes lividus* besteht nach Hoffmann (310) die Kalkrosette aus sieben einzelnen Theilen, von denen ein jeder mit einer aufgeschnittenen und dann ausgebreiteten dreiblättrigen Blumenkrone verglichen werden kann. In der Mitte ist diese

Rosette durchbrochen. Oberhalb derselben, nach Hoffmann's Darstellung, thatsächlich aber unterhalb, liegt ein siebeneckiger Kalkring. Beide Kalkgebilde zeigen ein zierliches Maschenwerk. Ihre Gestalt ist bei den einzelnen Gattungen, wie *Echinus*, *Strongylocentrotus* u. A., wechselnd. Die Saugscheibe besitzt meist eine von der des basalen Theiles abweichende Farbe. So ist sie bei *Centrostephanus* farblos, während der Stiel allein das bräunliche Pigment trägt.

Die Oberfläche der Saugfüsschen wimpert mit Ausnahme der Saugplatte (Hamann 290). Nach Hoffmann (310) kommt das Wimperepithel nur streckenweise, in regelmässigen Abständen, vor. Bei *Dorocidaris papillata* fand Hamann starre, unbewegliche Borsten in Abständen stehen.

Die die Wandung der Füsschen zusammensetzenden Schichten sind von aussen nach innen folgende: 1) das Wimperepithel mit besonderen Bildungen in der Saugplatte und dem Nervenzug, 2) die Bindesubstanzschicht, mit den Kalkkörperchen und der Kalkrosette in der Saugscheibe 3) eine elastische Membran mit circulär verlaufenden Fasern, 4) die longitudinale Muskelschicht und 5) die das Lumen auskleidende Epithelschicht.

1) Die Epithelschicht, welche die Ambulacralfüsschen überzieht, besteht in dem basalen wie mittleren Theile derselben aus cylindrischen Zellen, die meist an ihrer Basis Fortsätze besitzen, welche bis zu der Basalmembran, einem kaum erkennbaren hyalinen Häutchen, reichen. Ihre Gestalt ist in dem Theile modificirt, wo der Nervenzug verläuft. In jedem Füsschen zieht ein Nervenzug, im Epithel gelegen, senkrecht bis zur Basis der Saugplatte (vgl. Fig. 2, auf Taf. XI). Die basalen Fortsätze der Epithelzellen sind theilweise starr und durchsetzen die Nervenfaserschicht senkrecht. Das Ende der Fortsätze erscheint oft am Ende fussartig verbreitert (Fig. 8, Taf. XI). An anderen Zellen lassen sich mehrere Ausläufer unterscheiden, deren Verhalten ein gleiches ist. Zwischen diesen Epithelzellen trifft man auf Zellen, deren Leib viel schlanker, fadenförmig ist, und welche einen länglichen, ovalen, schmächtigen Kern besitzen. Ihre Fortsätze sind von feinerer Gestalt und scheinen sich in der Nervenfaserschicht zu verzweigen. Es ist nicht leicht, dies genau und sicher zu eruiren, da beide Zellformen nicht immer deutlich von einander zu unterscheiden sind (Fig. 8, Taf. XI).

Der Nervenzug, auf dem Querschnitt annähernd kreisförmig gestaltet, besteht lediglich aus feinsten Fasern, zwischen denen bipolare Zellen, seltener multipolare eingestreut liegen. Diese Zellen stimmen in Grösse, Form und Gestalt mit den Zellen in den fünf Hauptnervenstämmen und dem Schlundring überein und sind die Ganglienzellen. Ein Zellbelag auf der Oberfläche des Nervenzuges, wie man ihn an den Hauptstämmenn trifft, findet sich niemals vor. Der Nervenzug schwillt unterhalb der Saugplatte an, und diese Anschwellung ist meist schon äusserlich als hügelartige Hervorwölbung zu erkennen (Fig. 2, Taf. XI *NP*).

Die Nervenzüge nun, welche zum Epithel der Saugplatte treten, nehmen von dieser Anschwellung der Nervenplatte ihren Ursprung und durchsetzen die Bindesubstanz, um mit Epithelzellen der Saugplatte in Verbindung zu treten. Immer sind es zwei Nervenzüge, welche zum Epithel der Saugscheibe ziehen. Auf Längsschnitten durch den Endtheil eines Saugfüsschens kann man den einen derselben in seinem Verlaufe verfolgen. In Fig. 2, Taf. IX, einem Längsschnitt durch eine Saugscheibe des Füsschens von *Echinus acutus*, ist das Nervenpolster mit *NP* bezeichnet. Der Nervenzug *N* tritt aus dem Nervenpolster (Ganglion) aus, durchsetzt die Bindesubstanzschicht *bg* und zieht zwischen Kalkrosette und Epidermis zum peripheren Rande der Saugscheibe, um hier in Epithelzellen zu enden. Diese Zellen sind fadenförmig und besitzen einen länglich eiförmigen Kern. Basalwärts setzen sie sich in feinste Fortsätze, Nervenfibrillen, fort. Der ganze Rand der Saugscheibe ist mit solchen Epithelsinneszellen besetzt, da auch auf denjenigen Schnitten, wo der Nervenzug nicht getroffen worden ist, basalwärts von den Zellen querdurchschnittene Nervenbündel lagern. Der zweite Nervenzug, der bereits erwähnt wurde, ist nur auf Tangentialschnitten, die das Nervenpolster mit treffen, erkennbar. Er verlässt dasselbe, um zur entgegengesetzten Seite des Nervenpolsters zu gelangen, wo er im Epithel endet. Zwischen den Ausläufern der Epithelzellen der Saugscheibe breiten sich Nervenfasern, meist in Bündeln angeordnet, aus. Sie nehmen ihren Ursprung von den beiden genannten Nervenzügen.

Die im Gegensatz zu den Epithelsinneszellen als Stützzellen zu bezeichnenden Epithelzellen der Saugscheibe verzweigen sich mit ihren langen Fortsätzen in der Bindesubstanzschicht, die hier vom Epithel nicht durch eine Membran getrennt ist. Beide Schichten gehen vielmehr in einander über.

2) Die Bindegewebsschicht der Saugplatte, zu der wir so in der Beschreibung übergegangen sind, wird weiter gebildet von den starken, dicken Fasern, welche nun in der Wandung der Füsschen longitudinal verlaufen und eine starke innere Schicht von Fasern bilden. Diese Schicht erscheint an contrahirten Füsschen von welligem Verlaufe. Ausser diesen starken, parallel mit einander verlaufenden Fasern sind Zellen *zm*, oft zu Gruppen angehäuft, vorhanden. Bei *Echinus acutus* (Fig. 2, Taf. XI) liegen sie in grosser Menge zusammen. Meist besitzen sie keine Ausläufer, sondern scheinen von kugliger Gestalt zu sein. Die äussere Lage der Bindesubstanzschicht *bga* wird von wenig Zellen und feinen Fasern von unregelmässigem Verlaufe gebildet, und nur die innere, centrale, *bgi* in Fig. 2, wird von den longitudinalen Fasern zusammengesetzt. Ausser der Kalkrosette liegen sowohl in der Bindesubstanzschicht der Platte als auch in den übrigen der Wandung halbmondförmige Kalkgebilde. Sie scheinen bei keiner Art zu fehlen. Ihre Grösse ist eine wechselnde. Diese Kalkgebilde sind von Hoffmann und Valentin bereits beschrieben und abgebildet worden. Besondere Erwähnung ver-

dienen die Pigmentzellen, welche in feinen Körnchen ein bei verschiedenen Arten verschiedenes Pigment tragen. Es sind Bindegewebszellen, die in dieser Schicht lagern. Nur selten dringen sie zwischen die Epithelzellen ein, so bei *Arbacia pustulosa.* Oft hat es auch den Anschein, als ob das Pigment nicht in Zellen, sondern lose gehäuft vorhanden sei. Doch scheint das letztere nur der Ausnahmefall zu sein.

Die innerste Lage der Bindesubstanzschicht bildet eine Membran, die aus circulär verlaufenden Fasern sich zusammensetzt. Diese Fasern sind in einer Ebene zu einer Membran verschmolzen. Es ist diese Membran dieselbe Schicht, welche von vielen früheren Autoren für eine Ringmuskelschicht gehalten wurde. An stark contrahirten Füsschen erhält man auch stets das Bild, als wären Circulärfasern vorhanden. Zerzupft man jedoch mit Pikrocarmin gefärbte Füsschen, so gelingt es, die Membran, die gefenstert ist, in Fetzen zur Ansicht zu bekommen. Dass diese ringförmig verlaufenden Fasern nicht musculöser Natur sind, wie verschiedene ältere Forscher glaubten, zeigt ihr Verhalten Reagentien gegenüber.

3) Die Musculatur besteht nur aus longitudinal verlaufenden glatten Muskelzellen, die sich hier und da untereinander verzweigen. Die im Centrum der Saugscheibe inserirenden Muskelfasern strahlen radienförmig aus, um in der Höhe der Kalkrosette zu inseriren. Zwischen ihnen beginnen die Längsmuskelfasern, die parallel zu einander in der Wandung der Saugfüsschen verlaufen.

Im basalen Theile wird das Lumen der Füsschen von Muskelfasern durchzogen, die an zwei gegenüber liegenden Puncten der Innenwand sich anheften und zur Längsmuskelschicht gehören.

4. Das Wimperepithel setzt sich aus cubischen Zellen (in der Contraction gesehen) zusammen, die an ausgestreckten Füsschen abgeplattet erscheinen.

Bei der Beschreibung der Füsschen ist der von Hamann (290) gegebenen Darstellung gefolgt. Die Lage der Schichten zu einander war schon den älteren Forschern, wie Valentin, Teuscher, Hoffmann, bekannt. Mit der Histologie dieser Gebilde beschäftigten sich noch Koehler, Niemic, Prouho und Cuénot. Bei Koehler (347) wird zuerst die elastische Membran erwähnt, die zwischen Bindesubstanzschicht und Längsmuskelschicht liegt. Niemic (505) lässt diese Membran homogen sein. Derselbe Autor beschreibt bei *Sphaerechinus*, im Gegensatze zu *Psammechinus*, ringförmige Muskeln, welche am Rande in der Bindesubstanzschicht verlaufen sollen. Es sind das zweifellos Bindesubstanzfasern. Ebensowenig kann ich die Muskelzellen, welche zwischen den inneren Rändern der Kalkrosette ausgespannt sein sollen und schon von Lovén (404) erwähnt werden, als solche gelten lassen. Eine Verwechselung der Nervenzüge in der Saugscheibe mit Bindegewebsfasern und Muskelfasern liess Niemic den Verlauf der Nerven in der Saugscheibe bei dieser Art nicht erkennen. Cuénot (136) bestätigte die

Angaben Hamann's (290) über den Verlauf der Nerven, über den Bau des Epithels in der Saugscheibe, dessen Zusammenhang mit der Bindesubstanzschicht, wie ihn auch Niemic geschildert hatte. Er unterscheidet mit Lovén (404) und Prouho (556) zwei Arten von Muskeln, nämlich die strahlenförmig verlaufenden in der Saugscheibe, die einerseits in deren Centrum, andererseits im Umkreis der inneren Wandung inseriren, und die Längsmuskelfasern, die zwischen den ersteren inseriren und in der Wand der Füsschen verlaufen.

Die Ambulacralfüsschen der irregulären Seeigel.

Bei den Spatangoiden können wir, die Echinoneiden ausgenommen, vier verschiedene Arten von Füsschen unterscheiden.

1. Die pinselförmigen Sinnesfüsschen (phyllodean pedicels von Lovén). Diese Gebilde stehen im Umkreis des Mundes und des Afters. Bei den Cassiduloiden stehen sie auf den Phyllodien.

Die äussere Form dieser Sinnesfüsschen ist bei einer grossen Anzahl verschiedener Gattungen von Lovén geschildert und in vorzüglicher Weise abgebildet worden, während ihr feinerer Bau von Hamann (290) näher untersucht wurde. Seine Angaben bestätigte Cuénot (136) in allen Puncten. Bei *Spatangus purpureus* besitzen unsere Organe eine lila Färbung, die von Pigmentzellen herrührt, welche im Epithel zwischen den Zellen liegen und nach ihrer Gestalt — bald sind sie baumartig verzweigt, bald kuglig — als amöboid zu bezeichnen sind.

Jedes Sinnesfüsschen besteht aus einem Stiel (wenige Millimeter lang), welcher auf seinem freien Ende ein schüsselähnliche, runde Platte trägt, die auf ihrer Oberseite mit kolbenförmigen Stäbchen besetzt ist. Diese stehen wie die Haare eines Pinsels nebeneinander. Der Stiel sowohl wie die Platte ist hohl, und diese Höhlung communicirt mit dem Wassergefässsystem (Fig. 4, Taf. XI).

Der Stiel setzt sich zusammen aus dem Epithel, welches aus einer Lage von je nach dem Zustand der Contraction abgeplatteten oder cubischen Zellen besteht, einer Bindesubstanzschicht von geringer Entwicklung, und nach innen von dieser einer Längsmuskelschicht und endlich dem Innenepithel, aus wimpernden, abgeplatteten Zellen bestehend. Basalwärts von der Epithelschicht verläuft ein Nervenzug, aus feinsten Fibrillen sich zusammensetzend. Er ist stets deutlich von den übrigen Geweben abgesondert. Die Längsmuskelschicht setzt sich zusammen aus einer Lage parallel zu einander verlaufender Fasern von gewöhnlichem Bau. An dem plattenförmigen Ende angekommen, verlaufen sie in der gleichen Richtung weiter parallel zu einander bis zur Peripherie desselben.

Die Endplatte ist ebenfalls hohl, wie ich schon angab, wird aber von einer Anzahl von Membranen oder Scheidewänden durchsetzt, welche ihr Lumen in eine Menge von getrennten concentrischen Räumen eintheilen

würden, wären diese Scheidewände nicht durchbrochen. Dieselben Schichten, die sich auf dem Stiel finden, setzen auch die Wandung der Endplatte zusammen. Nur fehlt auf ihrer oberen Seite die Musculatur. Die quer den Hohlraum durchsetzenden Membranen bestehen aus einer centralen Schicht Bindesubstanz, Muskelfasern und dem allgemeinen Innenepithel, welches in Gestalt abgeplatteter Wimperzellen dieselben überzieht. Diese Membranen stellen ein festeres Gefüge zwischen oberer und unterer Wandung der Endplatte her und können durch Contraction eine Bewegung der der einzelnen Filamente hervorrufen und wohl auch bei der Entleerung der Füsschen mitwirken.

Auf der Oberfläche der entweder eine glatte Fläche darstellenden oder im Centrum gewölbten oder eingebuchteten Endplatte stehen die kolbenförmigen Filamente, nur den centralen Raum freilassend. In jedem kolbenförmigen Filament liegt ein Kalkstab, der mit seinem Fusse in der Wandung der Platte endigt. Die Epithelzellen, welche die Endplatte überziehen, sind annähernd cubisch geformt; sie setzten sich auf die Filamente fort, deren Axe aus Bindesubstanz, in der der Kalkstab ruht, besteht. Basalwärts vom Epithel liegen die aus feinsten Fibrillen sich zusammensetzenden Nervenzüge, die bis zur Spitze der Filamente sich verfolgen lassen, wo sie in dem hier eine besondere Bildung bietenden Epithel enden. Die kolbenförmige Endanschwellung der Filamente kommt durch die verdickte Epithelschicht zu Stande, die besonders auf der dem Centrum der Platte zugekehrten Seite entwickelt ist. Lovén (404) sah bei *Bryssopsis lyrifera* Nervenfasern in Zellen des Epithel enden und beobachtete feine, starre, unbewegliche, haarähnliche Fortsätze über der Oberfläche der Zellen. Nach Hamann (290) setzt sich das Epithel aus fadenförmigen Zellen zusammen, deren ovale Kerne in verschiedener Höhe liegen, bald mehr der Peripherie, bald mehr der Mitte oder der Basis genähert. Der Zellleib verlängert sich in feinste Fibrillen, wie sich an Macerationspräparaten erkennen lässt. Eine glashelle Cuticula überzieht die Oberfläche des Epithels. Hier und da sind noch starre Borsten, die senkrecht der Oberfläche aufsitzen, erhalten. Eine Differenz im Bau dieser Epithelzellen, welche sie in Stütz- und Sinneszellen trennen würde, konnte ich nicht direct wahrnehmen, glaube aber, dass das Verhalten dieser feinen Zellen dasselbe sein wird, wie ich es oben des Oefteren geschildert habe. Fig. 10 Taf. XI zeigt das Epithel mit der Nervenfaserplatte *N*, als eine theils fein gekörnte, theils faserige Masse — je ob die Nervenfasern der Quere oder der Länge nach durchschnitten waren — tritt dieselbe dem Beobachter entgegen. Sie setzt sich fort in Nervenfaserbündel, welche subepithelial gelagert in der Stielwandung hinabziehen, um an der Basis sich in die Hautnerven fortzusetzen. Zwischen den Epithelzellen auch des Kolbens trifft man reichliche Pigmentzellen.

2. Die Rosettenfüsschen des vorderen Ambulacrums. Die Ambulacren, welche bei den Spatangoiden eine vierblättrige Rosette bilden, wie oben geschildert wurde, liegen bei *Spatangus* in einer tiefen

Rinne, in welcher in zwei Reihen Füsschen stehen, die sich von den pinselförmigen Füsschen unterscheiden. Sie sind länger und schmächtiger als jene. Dem Stiel sitzt eine Platte mit 12 radiär angeordneten, kegelförigen Fortsätzen auf (Fig. 3, Taf. XI). Diese Fortsätze oder Fühler enden mit einer kugligen Anschwellung. In jedem Fühler liegt in der Axe ein Kalkstab, der mit seiner verbreiterten Basis in der Platte endet. Der Bau dieser hohlen Füsschen ist folgender: Auf das wimpernde Epithel folgt die Bindesubstanzschicht mit ring- und längsverlaufenden Fasern und die Längsmuskelschicht. Nervenfasern verlaufen unterhalb des Epithels. Die Fühler sind solid. Der kuglige Kopf trägt ein stark verdicktes Epithel, während basalwärts die Nervenfasern plattenförmig ausgebreitet liegen.

In der Gattung *Aceste* sind nach Lovén (401) diese Füsschen des vorderen Ambulacrums in geringer Anzahl vorhanden, aber von besonderer Länge. Sie tragen eine grosse Scheibe (vergl. die Figur auf Tafel Systematik).

3. Eine dritte Art von Füsschen findet sich in den Ambulacren; sie zeichnen sich durch ihr conisches Ende aus, das zur Befestigung untauglich ist. Man deutet sie daher als Tastorgane (s. Taf. Systematik).

4. Die dorsalen Füsschen der vier blattförmigen Ambulacren (Petalodien) hat Joh. Müller als kiemenartig bezeichnet. Sie finden sich auch bei den Clypeastroiden und besitzen in beiden Gruppen Doppelporen, während die Pedicellen der übrigen Körperstellen nur durch einen Porus mit den Ampullen communiciren. Diese Kiemenfüsschen, auch Ambulacralkiemen genannt, sind breite, niedrige, in Läppchen eingeschnittene; hohle Wülste zwischen je zwei Poren. Fig. 8, Taf. XII giebt ein Längsschnittsbild durch ein Kiemenfüsschen von *Echinodiscus* wieder. Die Pfeile deuten die Richtung an, in welcher die Inhaltsflüssigkeit durch die Wimpern der Wandungszellen des Canals bewegt wird. Sie sättigt sich mit Sauerstoff im äusseren Theil des Füsschens, den sie in der Ampulle an die Leibeshöhlenflüssigkeit abgiebt (Cuénot 136, p. 535). Den Kiemenfüsschen fehlen jegliche Kalkgebilde, die Wandungen der Füsschen wie der Ampullen sind sehr dünn. Die Enden zeigen sich etwas verdickt. Hier breitet sich der Nerv unterhalb der verdickten Epithelzellen aus.

Bei den Clypeastroiden zeigen die Pedicellen mannigfache Abweichungen. Ausser den Kiemenfüsschen treten die locomotiven Füsschen als cylindrische, überaus feine Gebilde auf, die viel zahlreicher als bei regulären Seeigeln sind. Nach Joh. Müller beträgt die Zahl bei letzteren in der Regel an 2000, bei Spatangen einige Hundert, bei Clypeastroiden hingegen mehrere Myriaden. Sie sind entweder über die ganze Oberfläche der Ambulacralplatten, bei *Clypeaster* auch auf Interambulacralplatten vertheilt, wie in den Gattungen *Clypeaster*, *Laganum*, *Arachnoides*, *Echinocyamus*, *Fibularia* u. A., oder nehmen discrete, verzweigte Strassen an, auf denen die Poren zusammengedrängt sind, die Porenfascien, die sich auch auf die Interambulacralplatten verzweigen,

wie zuerst L. Agassiz beschrieben hat. Hierher gehören die Gattungen *Rotula*, *Mellita*, *Encope*, *Scutella*, *Echinarachnius* u. A.

3. Der Steincanal und die Madreporenplatte.

Wie bereits oben erwähnt wurde, ist der Steincanal zuerst von L. Agassiz, dann von Joh. Müller ausführlich in seinem Verlaufe beschrieben worden. Ihm folgten A. Agassiz, Lovén, Perrier (524), Koehler (347), Prouho *(Dorocidaris)*, Hamann (290), Cuénot (136), Sarasin (590).

Im Folgenden besprechen wir zunächst die einfacheren Verhältnisse im Verlaufe des Steincanals bei den regulären Seeigeln.

Bei allen Echinoideen befindet sich in der Jugend nur ein einziger Porus in der Madreporenplatte (Madreporit). Dieser öffnet sich nach den Beobachtungen von Cuénot u. A. in eine unter dem Madreporiten gelegene Ampulle, die in die Leibeshöhle hervorragt. Aus dieser entspringt der Steincanal, der sich nach der Ventralseite zu fortsetzt, die Leibeshöhle durchsetzend, neben dem Axialorgane gelagert, im weiteren Verlaufe am Magendarm befestigt, um, auf der Oberfläche der Laterne angekommen, sich in den Ringcanal zu öffnen. Nur bei *Echinocyamus pusillus* ist dieser Zustand erhalten, und die Madreporenplatte trägt dauernd nur einen Porus (Lovén 401). Fig. 1, Taf. IX giebt einen Schnitt durch die Madreporenplatte eines jungen *Echinocyamus* wieder. Es ist nur ein Porus *P* vorhanden, der in den abgeplatteten Hohlraum *HR* mündet, der seinerseits mit dem aboralen Ringsinus *ARS* in offener Communication steht. Neben dieser Blase endet das Axialorgan *Ax*. Der Steincanal *St* mündet derartig in die Ampulle, dass diese in Zusammenhang mit dem aboralen Ringsinus und dem Hohlraume des Axialorganes (Axialsinus Cuénot) steht. Bei den übrigen Seeigeln nimmt die Zahl der Poren während des Wachsthums zu, so dass die Platte von einer Unzahl von Poren durchbohrt wird, die mit einander communiciren, da die peripheren Porencanäle schräg, die centralen senkrecht verlaufen.

Die zahlreichen Porencanäle der Madreporenplatte münden bei den Regulären in einen besonderen Sammelraum, eine dünnwandige Blase oder Ampulle, die Madreporenampulle (espace infundibuliforme Perriers). Aus dieser tritt der Steincanal aus. Unmittelbar neben der Stelle, wo er austritt, findet sich seitlich eine ziemlich grosse Oeffnung, durch welche er mit dem Hohlraum des Aboralsinus in Verbindung steht, der seinerseits nur ein Zubehör des Hohlraums des Axialorgans ist und das Afterfeld ringförmig umgiebt. Nach P. und S. Sarasin (590) sollen bei *Asthenosoma* drei Räume sich unterscheiden lassen, nämlich einer, in den die Porencanälchen münden, einer in den der Steincanal und das Axialorgan münden, und ein dritter, der eine Verbindung zwischen den beiden ersten herstellt (vgl. das Axialorgan weiter unten). Der zweite Raum ist nichts Anderes als der Hohlraum des Axialsinus. Eine Ampulle ist für

Echinus melo von Hamann (290), für *Sphaerechinus granularis* von Leipoldt (374), von Vogt und Yung für *Strongylocentrotus lividus* bestätigt werden. — Bei *Echinodiscus biforis*, einer Scutellide, öffnet sich der Steincanal nach Cuénot (136) in den Axialsinus, indem er zugleich die zahlreichen Porencanälchen, die beinahe den ganzen Apex bedecken, aufnimmt.

Das Epithel, welches die Oberfläche der Madreporenplatte überzieht, ist dasselbe als in den übrigen Theilen der Rückenfläche. Das die Porencanäle auskleidende Epithel besitzt lange, Wimpern tragende, gleich hoch wie breite Zellen.

Der Steincanal, dessen Verlauf in senkrechter Richtung Fig. 2, Taf. X zeigt, wo er neben dem Axialorgan *Ax* an dem Mesenterium, das den Oesophagus in der Leibeshöhle aufhängt, befestigt, verläuft, ist stets nur in der Einzahl vorhanden. Seine Innenfläche ist glatt und zeigt nicht jene von den Seesternen bekannten Schneckenwindungen.

Das Epithel setzt sich beim erwachsenen Thiere zusammen aus feinen, pallisadenförmigen Zellen, welche einen spindeligen Kern besitzen, wie es Fig. 8 auf Taf. IX zeigt. Zu jeder Zelle gehört eine feine Wimper. Eine Cuticula ist nicht vorhanden, die Wimpern sitzen vermittelst Fussstücken auf dem Zellleib, wie ich früher für einige Epithelien der Echinodermen und dann Frenzel*) für andere erwiesen hat. Diese epitheliale Auskleidung des Steincanales reicht bis zu seiner Mündungsstelle, wo sie plötzlich endet. An der dem drüsigen Organ zugewendeten Seite ist eine Lücke in dem Wimperepithel; hier stehen nach Hamann (290) im ganzen Verlauf des Steincanals Zellen von durchaus anderem Bau (*Sphaerechinus granularis*). Diese Zellen sind von gleicher Höhe wie Breite und besitzen einen kugligen Kern in ihrer hellen Zellsubstanz, der sich sehr wenig färbt, im Gegensatz zu den Zellkernen der pallisadenförmigen Zellen. Meine Vermuthung, dass diese Zellen im Leben Wimpern tragen, wurde von Leipoldt (374) bestätigt, der diese Zellen auch bei *Dorocidaris papillata* fand. Von welcher Bedeutung diese Längsleiste von cubischen Zellen für die Function des Wassergefässsytems sein mag, darüber kann man verschiedener Meinung sein. Dass durch den Steincanal und die Madreporenplatte nicht nur Wasser ein-, sondern auch ausgeführt werden kann, ist von vornherein anzunehmen, da die Poren stets geöffnet sind und das Wassergefässsystem geschlossen ist. Ich glaube daher, dass im Steincanal stets eine nach aussen und eine nach innen führende Strömung vorhanden ist und diese durch die Verschiedenheit im Epithel und der Wimperung zustande kommen dürfte.

Die Wandung des Steincanals setzt sich ausser dem Innenepithel noch aus einer Bindesubstanzschicht mit Kalkkörpern und einem äusseren Epithel zusammen, welches aus abgeplatteten Wimperzellen besteht. Es stimmen die Steincanäle der verschiedenen Echinodermenabtheilungen

*) Zum feineren Bau des Wimperapparates in: Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 28, 1886.

somit in der Zusammensetzung der Wandung aus den gleichen Schichten mit einander überein.

Der Steincanal der Spatangiden. Auf der Innenseite des Apicalpoles von *Spatangus purpureus* befinden sich zwei Fortsätze der Kalkplatten, die als Apophysen bezeichnet werden können. Sie liegen zwischen den vier Genitalporen, welche von der zwischen letzteren ausgebreiteten Membran überzogen werden. Diese beiden Apophysen lassen zwischen sich einen Raum frei, der theilweise von einem spongiösen Gewebe eingenommen wird, theilweise von einem Fortsatz des Axialorgans. Die Porencanälchen verzweigen sich in der rechten apicalen Apophysenplatte. Aus dieser tritt der Steincanal aus, der sich durch das oben geschilderte Epithel auszeichnet. Sein weiterer Verlauf ist nach der Darstellung von Prouho (556) folgender:

Der Steincanal stimmt bis hierher in seinem Bau überein mit dem der Regulären. Während er aber bei letzteren, wie wir sahen, bis zum Wassergefässring auf der Laternenoberfläche zieht, mündet er bei *Spatangus purpureus* und auch bei *Echinocardium*, wie ich bestätigen muss, in einem besonderen Canal, den Prouho canal aquifère annexe nennt. Der Verlauf dieses Canales ist folgender: Er beginnt mit dem Austritt des Steincanales *St*, ihm dicht anliegend; in Fig. 4, Taf. XIII ist er mit *c* bezeichnet, mit *p* der Fortsatz des Axialorganes. Eine kurze Strecke laufen beide Canäle nebeneinander, dann öffnet sich der Steincanal in den Adnexcanal *c*, indem er sein charakteristisches Epithel verliert. Der aus der Verschmelzung hervorgegangene Canal, der sich in mit einander communicirende längsverlaufende Aeste auflöst, wird von Prouho canal aquifère ramifié genannt. Er tritt aus dem Axialorgane aus und begleitet die ebenfalls aus dessen distalem Ende austretende Lacunen eine Strecke weit, um dann zu obliteriren. Soweit die Darstellung nach Prouho. Mir scheint, dass man die Trennung und Bezeichnung der einzelnen Canäle kaum beibehalten kann. Der sogenannte Adnexcanal ist ein Theil des Hohlraums des Axialorganes, in den der Steincanal nach kurzem Verlaufe mündet, während sein „verzweigter Steincanal“ die Nebenhohlräume vorstellt, wie wir sie im Axialorgan der Regulären kennen. So würden sich die nach Prouho so verwickelt scheinenden Verhältnisse sehr einfach erklären!

VII. Die Leibeshöhle.

(Cölom, Enterocöl.)

Die Leibeshöhle der Echinoideen stellt einen geräumigen Hohlraum dar, der von der Schalenwandung begrenzt wird. Während sie bei den grossen regulären Formen nur theilweise von den Windungen des Darmes, den Geschlechtsorganen u. s. w. erfüllt wird, ist die Leibeshöhle bei den abgeplatteten Seeigeln durch die verschiedenen Organe ganz erfüllt.

Durch die Mesenterien oder Aufhängebänder der Windungen des Darmes wird die Leibeshöhle in einzelne mit einander in Verbindung bleibende Hohlräume zerlegt. Diese Mesenterien sind bei den Spatangoiden theilweise verkalkt, da sie die mit Sand gefüllten Abschnitte des Darmes in ihrer Lage zu halten haben. Auch die Geschlechtsorgane wie das Axialorgan mit dem Steincanal, werden durch Mesenterien in ihrer Lage erhalten. Bei den Regulären ist das Band, welches das Rectum an der Schalenwand befestigt, derartig aufgespannt, dass es einen besonderen Hohlraum von der Leibeshöhle abtrennt, den Periproctalsinus, während rings um den After ein zweiter Hohlraum gebildet wird, der Perianalsinus von Prouho. Dieser letztere ist vollständig von der Leibeshöhle abgeschlossen. Er wurde von Prouho (556) bei *Dorocidaris papillata* gefunden. Die Wandung dieses Perianalsinus besitzt ringförmig verlaufende Muskelfasern, die eine Schliessung des Lumens des Rectums bewirken können, indem sie die Flüssigkeit in dem Sinus comprimiren.

Auf der inneren Fläche der Ventralwand einzelner Irregulärer befindet sich in dem einen Interradius eine Apophyse, das heisst ein innerer Fortsatz der Schale, an dem die Mesenterien des Darmes sich befestigen.

Als ein besonderer von der Leibeshöhle abgegrenzter Raum ist der von einer Membran, der Laternenmembran, umhüllte, den Kauapparat einschliessende Hohlraum (Peripharyngealsinus) anzusehen, von dem wieder die Gabelblasen (sogenannte Stewartsche Organe) in die Leibeshöhle hineinragen. Er ist wohl homolog dem Periösophagalsinus der Spatangoiden, der die Mundöffnung umkreist. Fortsätze dieses Sinus sind die Kiemen, die in Gestalt von fünf Paar verästelten Ausstülpungen auf dem Mundfeld stehen.

Von besonderer Wichtigkeit ist der pentagonale (aborale) apicale oder genitale Ringsinus und der Fortsatzsinus. Beide liegen am Apicalpol. Der erstere umkreist das Afterfeld zwischen den Genital-Ausfuhrgängen und birgt in seiner Wandung den analen Blutlacunenring. Der letztere schliesst den Fortsatz des Axialorgans ein.

A. Der Peripharyngealsinus und seine Anhangsorgane.

1. Der Peripharyngealsinus der mit Kauapparat versehenen Echinoideen (Gnathostomen), auch Periösophagalsinus genannt, ist ein geräumiger Hohlraum, der, über der Mundhaut gelegen, sich in die Leibeshöhle hervorwölbt und den Kauapparat allseitig umhüllt. Seine Wandung ist eine dünne durchsichtige Membran, die Laternenmembran, wie sie Valentin nannte (membrane péripharyngienne von Cuénot). Sie heftet sich rings um den Schlund da an, wo dieser aus der Laterne hervortritt, wölbt sich über letztere wie eine Glocke, um sich im Umkreis der Auriculae an der inneren Schalenwand anzuheften. Die Wand des Sinus zeigt

Ausbuchtungen, welche sich über den Zahnwurzeln erheben, und solche, welche als Gabelblasen weiter unten zu besprechen sind. Dieser Hohlraum, in dem alle radiär verlaufenden Organe von ihrem Ursprung bis zu den Auriculae verlaufen, ist sowohl nach der Leibeshöhle wie nach aussen vollständig abgeschlossen, wie Prouho (256) u. A. nachwiesen.

Diese Laternenmembran besteht aus einem äusseren und inneren Plattenepithel mit Wimpern, während die Axe von einem fasrigen Bindegewebe gebildet wird. Unterhalb des äusseren Plattenepithels treten Muskelfasern auf, die ich bei *Ech. microtuberculatus* leicht erkennen konnte. Diese Muskelfasern verlaufen in zwei Richtungen und kreuzen sich unter rechten Winkeln. Wie ihr Bau (der Zellkern liegt der glatten Faser in der ungefähren Mitte auf) zeigt, sind es echte Muskelfasern, die sich auch durch ihr Verhalten gegen Farbstoffe von den Bindegewebsfasern unterscheiden. Die Muskelfasern gleichen den in den Mesenterien vorkommenden. Am lebenden Thiere kann man leicht eine Contraction der Membran erkennen, besonders an den Zahnblasen, wo sie auch von Uexküll (657) erwähnt.

Bei *Echinus microtuberculatus* liegen in der Bindesubstanz sichelförmige Kalkkörper zerstreut. Weiter trifft man mit gelben, lichtbrechenden Concrementen erfüllte eiförmige Zellen, die aber von einer bindegewebigen Hülle umgeben werden und gleichsam eingekapselt liegen. An einzelnen Stellen treten sie in grösserer Zahl auf, an anderen fehlen sie.

In den Zahnblasen (vesciche colle linguette nach Delle Chiaje), wie die sackförmigen Aussackungen der Membran um die fünf weichen Enden der Zähne genannt werden, sind die Muskelfasern besonders zahlreich und im Stande eine Zusammenziehung der Blasen zu bewirken.

Die Gabelblasen sind radial gelegene, mit Flüssigkeit erfüllte Ausstülpungen der Laternenmembran in die Leibeshöhle, die wie letztere eine durchsichtige dünne Wand besitzen und gewöhnlich in der Fünfzahl auftreten. Sie entspringen unterhalb der radial gelegenen Compassstücke der Laterne.

Bei *Asthenosoma urens* sind sie 5—6 cm lang bei nahezu 1 cm Durchmesser. Bei dieser Art laufen die Blasen in einen dünnen, etwas mehr als 1 cm langen schwanzartigen Zipfel aus. Zuerst wurden diese Blasen von Delle Chiaje (146)*) abgebildet, der sie besonders bei *Dorocidaris papillata* als sacchi venosi oder borse venose beschrieben hat. Ludwig (415) fand diese Organe bei *Dorocidaris papillata*, *Cidaris tribuloides*, *Cidaris metularia*, *Goniocidaris canaliculata* und *Diadema setosum*. Unabhängig von ihm hat beinahe zu derselben Zeit Stewart (624), der ebenfalls die Delle Chiaje'schen Schilderung nicht kannte, die Gabel-

*) Ludwig (418) giebt eine historisch-kritische Uebersicht über die Zahnblasen, Gabelblasen und die Aussackungen des Wassergefässsystems, da durch eine Abhandlung von Uexküll (657) Verwechslungen in der Benennung der einzelnen Organe entstanden waren.

blasen von neuem beschrieben und deutete sie als innere Kiemen. Prouho (556) nannte sie Stewart'sche Organe, eine Bezeichnung, die auch die Sarasins annehmen, die aber vollständig ungerechtfertigt ist.

Bekannt geworden sind diese Organe noch durch die Sarasins bei *Toxopneustes pileolus*, wo sie schwach entwickelt sind. Cuénot (136) fand bei den Clypeastroiden *Echinodiscus biforis*, *Peronella orbicularis* zarte Bläschen, die auf der oberen Fläche des Kauapparates paarweise in jedem Interradius lagern. Nur in demjenigen Interradius, in welchem der Darm, der aus der Laterne austritt, liegt, fehlen sie gewöhnlich. Er homologisirt diese Bläschen den Gabelblasen. Nach Cuénot besteht die Wandung dieser Gabelblasen aus einem äusseren und einem inneren Epithel; eine Bindesubstanzschicht zwischen beiden soll fehlen, was aber wohl ein Irrthum ist. Das Vorkommen zahlreicher Kalkgebilde in der Bindesubstanzschicht der dünnen Wandung bestritt Cuénot für die paarigen Blasen der Clypeastroiden. Muskelfasern werden in der Wandung der Blasen von *Asthenosoma urens* von den Sarasins nicht erwähnt. Bei *Echinocyamus pusillus* fehlen die Gabelblasen nach Cuénot (136).

Die Kiemen. Als Kiemen bezeichnet man fünf Paar auf der Mundhaut, da, wo diese an die Kalkplatten angrenzt, stehende, dendritisch verästelte Anhänge, die in den Interradien liegen. Da, wo diese büschelförmigen Anhänge stehen, zeigt der Peristomrand einen Einschnitt. Diese äusseren Kiemen öffnen sich, wie Prouho (556) gezeigt hat, in den Laternenhohlraum, den Peripharyngealsinus. Sie sind hohle Ausstülpungen der Mundhaut und aus denselben Schichten wie diese zusammengesetzt, nämlich aus dem äusseren Wimperepithel, der Bindesubstanzschicht und dem inneren Wimperepithel. Nach der Darstellung von Hamann (290) sind sie folgendermassen gebaut. Die Dicke der Wandungen ist sehr verschieden, am stärksten natürlich an den basalen Theilen, so am Hauptstamm, welcher der Mundhaut direct aufsitzt. Dementsprechend sind auch die einzelnen Schichten sehr verschieden ausgebildet. Fig. 4 auf Taf. X giebt von einem Längsschnitt durch die Wandung einen Theil wieder, und zwar rührt der Schnitt von einem der grösseren Aeste her. Das äussere Wimperepithel *ep* setzt sich aus langen, feinen, haarförmigen Zellen zusammen, welche einen kugligen bis ovalen Zellkern tragen, welcher bald mehr der Peripherie, bald mehr der Basis genähert liegt. Zwischen diesen Zellen liegen eiförmige, mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllte Zellen, die Wanderzellen *Kz*. Sie drängen die Epithelzellen auseinander und liegen entweder ganz peripher, oder mehr in der Tiefe. Da die Bindesubstanzschicht über und über von ihnen erfüllt wird, so wandern sie wahrscheinlich aus dieser in das äussere Epithel, um vielleicht von hier nach aussen zu gelangen. Es stimmen diese Körnerzellen ganz überein mit den früher bei den Holothurien beschriebenen Wanderzellen, sowie mit den im drüsigen Organ in Mengen vorkommenden Gebilden. Die stark lichtbrechenden Körner färben sich mit Carmin nicht, nur die zwischen ihnen liegende Zellsubstanz nimmt

einen röthlichen Ton an. Mit Anilinfarben behandelt, tingiren sich die Körner sofort, so mit Anilingrün ziemlich dunkel, während der Kern von kreisrundem Umriss einen tieferen Ton erhält.

Die Bindesubstanzschicht enthält Kalkkörper, ein gitterartiges Skelett, welches Valentin geschildert hat. Reste desselben sind in der Figur mit angegeben. Zwischen diesen Kalkstücken und dem äusseren Epithel ist die Bindesubstanzschicht am meisten durchsetzt von den Körnerzellen, die je nach ihrem Bewegungszustand bald kugelig, oval oder mit stumpfen Fortsätzen versehen sind. Diese Lage der Bindesubstanz enthält Zellen und wenig Fasern. In der im Leben flüssigen Intercellularsubstanz bewegen sich die Körnerzellen. Oft trifft man sie in grossen Trupps nebeneinander liegend.

Das Innenepithel ist theilweise in Falten gelegt, wie die Figur zeigt, und seine Wimperzellen sind mit länglichen, stiftförmigen Kernen in den grösseren Hohlräumen versehen, während in den Enden die Kerne eiförmig oder kugelig geformt sind. Die Hohlräume selbst sind erfüllt mit unregelmässig geformten Zellen, die mit den in der Leibeshöhle flottirenden übereinstimmen.

Aeussere Kiemen finden sich bei den Echinothuriden nach Agassiz und Ludwig. Bei der Mehrzahl der Regulären, wie Diadematiden, Arbaciiden, Echinometriden, Echiniden, sind sie nachgewiesen. An den fossilen Arten sind sie durch die Einschnitte des Peristomrandes zu erschliessen. Unter den lebenden Familien fehlen sie nur den Cidariden und Clypeastroiden.

Zur Function der Gabelblasen hat von Uexküll Untersuchungen angestellt. Er glaubte sich überzeugt zu haben, dass die Compassmusculatur und die Mundhaut durch combinirte Bewegung die Kiemen füllen können. Sobald beide auseinander streben, wird der zwischen ihnen liegende Raum vergrössert und dadurch der gespannten Kiemenhaut die Möglichkeit gegeben, die Flüssigkeit in den grossen Hohlraum der Laterne zurückzutreiben; contrahiren sich aber beide, Mundhaut und Compassmusculatur, so muss der Laternenhohlraum verkleinert werden und die Kiemen müssen sich füllen. Die Contraction und Wiedererschlaffung der Zahnblasen unterstützt diese Bewegung der Flüssigkeit. Dasselbe soll geleistet werden durch blosses Aufrichten und Niedergehen des Compasses. Es wirken dann die Compassmuskeln als Inspiratoren, die Gabelmuskeln als Exspiratoren. Der Compass dient nach Uexküll der Druckregulirung innerhalb des Blasensystems der Laternenmembran. Der regulirte Druck dient seinerseits der Athmung und den Fressbewegungen. Daraus folgert dieser Forscher weiter, dass die Compass- und Gabelmusculatur nur indirect mit der Laternenbewegung etwas zu thun habe, nicht aber zum Auf- und Abziehen derselben diene, eine Ansicht, der ich mich nicht ohne Weiteres anschliessen kann. Die Bewegungen der Laterne glaubt er mit Hilfe der übrigen

Muskeln erklären zu dürfen. Der Zahn soll dadurch radial nach auswärts bewegt werden, dass die äusseren und inneren Rotularmuskeln (die das innere Ende der Rotulä keilförmig zwischen die benachbarten Pyramiden treiben) in Verbindung mit dem Zug der Auricularmuskeln wirken. Die Antagonisten sind die Interpyramidalmuskeln, die den Rotularkeil wieder heraustreiben, indem sie die Pyramiden einander nähern, sodass der Zahn sich nach innen bewegen muss. Durch die Protractoren, deren Antagonisten die Interpyramidalmuskeln und die Membran sind, soll eine Einzelpyramide herabgezogen werden können. Das Senken der ganzen Laterne soll gleichfalls durch die kräftigen Protractoren vollführt werden. Diese Beobachtungen müssen einer experimentellen Nachprüfung unterzogen werden.

2. Der Periösophagalsinus der Spatangiden (espace péripharyngienne von Cuénot). Bei den Spatangiden, denen ein Kauapparat mangelt, ist der Hohlraum, der bei den Regulären von der Laternenmembran eingeschlossen wird, von entsprechend geringerer Ausbildung. Man homologisirt dem Peripharyngealsinus der Regulären einen Hohlraum, der durch eine horizontale Membran, die von der Peripherie des Ringcanales des Wassergefässsystems zum Schlundanfang zieht, abgegrenzt wird. In Fig. 4, Taf. IX ist dieser Hohlraum mit *ps* bezeichnet. Der Wassergefäss-Ringcanal und der Blutlacunenring ruhen auf der Wandung des Sinus. Die radiären Schizocölräume enden blind und sind gegen ihn vollständig durch eine Membran geschlossen. Der Nervenring wird von dem Sinus eingeschlossen. Auf Grund dieser Befunde wird die Homologisirung mit dem Hohlraum, in dem die Laterne liegt, sehr wahrscheinlich. Immerhin wird, wie Cuénot (136) meint, die Embryologie hier das letzte Wort zu sprechen haben.

B. Die Hohlräume des Apicalpols und ihr Zusammenhang mit dem Axialorgan.

Bei den Seesternen und Schlangensternen sehen wir das Axialorgan von einem es rings umhüllenden Canal, dem Axialsinus, umschlossen. Bei den Seeigeln liegen die Verhältnisse anders. Der Querschnitt Fig. 6, Taf. XIII zeigt, dass das durchquerte Axialorgan nicht in einem Sinus liegt. Nach Cuénot entwickelt sich jedoch das Axialorgan an der Wand des Axialsinus derartig, dass es ihn fast ganz ausfüllt und nur der Hohlraum innerhalb desselben übrig bleibt, welcher als Rest des Axialsinus angesehen werden muss und als sinus axial von dem französischen Forscher bezeichnet wird. (Es ist dieser Hohlraum identisch mit dem sogenannten Ureter der Sarasins.)

Der Hohlraum des Axialorgans mündet in der Jugend des Seeigels in einen grossen, leeren, geschlossenen Hohlraum. Im späteren Alter ist dieser durch ein Septum in zwei Hohlräume getrennt. Der eine Hohlraum ist der Fortsatzsinus, so genannt, weil in ihn der Fortsatz

des Axialorganes eintritt (s. das Axialorgan), der ein am Ende abgerundetes Gebilde darstellt, das bald mehr oder weniger kräftig entwickelt ist und durch Bindegewebsbänder in dem Sinus befestigt wird. Den Fortsatz des Axialorganes nennt Prouho processus glandulaire. Diesem Forscher verdanken wir die hauptsächlichsten Kenntnisse über den Zusammenhang dieser apicalen Hohlräume.

Ein zweiter Hohlraum ist die Ampulle, ein trichterförmiger Hohlraum unterhalb der Madreporenplatte. Er nimmt den Hohlraum des Axialorganes, der in Gestalt eines Canales sich verschmächtigt hat, auf. Weiter münden in ihn der Steincanal und die Porencanäle des Madreporiten (Prouho, Sarasin, Leipoldt).

Nach Cuénot (136) ist der Fortsatz des Axialorganes bei den Clypeastroiden besonders kräftig entwickelt. Der Hohlraum des Axialorganes steht durch seine Oeffnung mit der Mündung des Steincanals und der Ampulle unterhalb der Madreporenplatte in offener Verbindung. Bei jungen Thieren soll er auch mit dem apicalen Ringsinus der Genitalorgane in Verbindung stehen. Bei den erwachsenen Thieren ist diese Verbindung geschlossen. Nach Prouho und Cuénot (136) macht *Echinocyamus pusillus* eine Ausnahme, indem auch beim erwachsenen Thiere diese Communication erhalten geblieben ist.

Der dritte apicale Hohlraum ist der apicale (genitale) Ringsinus (l'anneau aboral). Er kommt dadurch zu Stande, dass eine bindegewebige Membran in der Gestalt eines pentagonalen Ringes ausserhalb der Kalkleiste, die das Afterfeld umgiebt, verläuft. Diese Membran ist einerseits an der Leiste, andererseits an der Schale befestigt, sodass ein concentrischer Hohlraum entstanden ist, in dessen Wandung der anale Blutlacunenring liegt. Er umkreist bei den Regulären das Rectum mit dem Periproctalsinus, bei den Irregulären ist er breiter und umkreist den Steincanal und das Ende des Axialorgans. Im späteren Alter ist er bei den meisten Arten ein geschlossener Hohlraum. Bei *Dorocidaris papillata* ist nach Prouho (136) seine Wandung durch eine Anzahl von kleinen Löchern durchbrochen, sodass der Hohlraum des Ringsinus in offener Verbindung mit der Leibeshöhle steht.

VIII. Der Darmtractus.

a. Seine Lage und Verlauf.

Die Mundöffnung liegt bei den Regulären in der Mitte des Peristoms. Sie wird von einer gewulsteten Lippe umgeben. Aus ihr ragen die fünf Zahnspitzen hervor. Die Mundhaut setzt sich nach innen in den Schlund fort, der vor seinem Eintritt in den oberen Theil des Kauapparates mit fünf wulstigen Lippen beginnt. Oeffnen sich die Zähne, so entsteht eine geräumige Mundhöhle, aus der der Schlund sich am Grunde erhebt, um als ein auf dem Querschnitt fünfseitiger Schlauch in der Axe des Kauapparates in die Höhe zu steigen. Dieser erste Abschnitt des Darm-

tractus wird durch fünf Bänder im Innern der Laterne befestigt. Oberhalb der Laterne ist eine kreisförmige Einschnürung vorhanden, die den Uebergang in den zweiten Abschnitt markirt, der von den meisten Forschern als Speiseröhre bezeichnet wird.

Fig. 2, Taf. X zeigt, wie dieser Abschnitt eine Strecke lang in die Höhe steigt, dann aber fast rechtwinklig umbiegt, um, nachdem er die halbe Leibeshöhle durchsetzt hat, in einen dritten Abschnitt überzugehen, den eigentlichen weiten Darm. An der Uebergangsstelle entspringt der weiter unten zu besprechende Nebendarm. Der Verlauf des Darmes, von der Mundseite betrachtet ist folgender: Er verläuft, der Kalkschale anliegend, wie der Zeiger der Uhr, einen geschlossenen Kreis von links nach rechts bildend. Im ganzen Verlaufe ist er durch Mesenterien befestigt, wie das auch der zweite Abschnitt, der Schlund, war. Nachdem der Darm eine Kreiswendung vollzogen hat, biegt er in dem Interradius der Madreporenplatte um und verläuft nun in entgegengesetzter Richtung von rechts nach links. Er öffnet sich, nachdem er fast einen zweiten Kreis beschrieben hat, mit dem vierten Abschnitte, dem engeren Enddarm, im Periproct durch den After nach aussen. Dieser letztere Abschnitt durchsetzt schief die Leibeshöhle, um zu dem ein wenig excentrisch gelegenen After zu gelangen (Fig. 6, Taf. X).

Bei den Clypeastroiden liegen die Verhältnisse etwas einfacher. Nachdem der Schlund den Kauapparat durchsetzt hat, geht er in den Oesophagus über, der sich nach rechts wendet, die Leibeshöhle durchsetzt, um, wie bei den Regulären, einen vollen Kreis zu beschreiben, dann aber umzubiegen und zum After zu ziehen, der im hinteren unpaaren Interradius auf der Oralseite liegt. In der ganzen Ausdehnung der beiden kreisförmigen Umgänge bildet der Darm Bogen, die durch die fünf Geschlechtsorgane bedingt werden, um die er herumziehen muss. Bei den Regulären tritt an der Uebergangsstelle des Schlundes in den Darm ein Nebendarm auf (Fig. 6, Taf. X), der ihn fast die ganze erste Windung begleitet, um dann in ihn einzumünden.

Bei den Spatangoiden, denen der Kauapparat fehlt, öffnet sich der Mund, der gegen den vorderen Radius zu liegt, in den Schlund, der sich nach hinten wendet, in der Richtung des unpaaren Radius, um dann umzubiegen und als Darm nach vorn sich zu wenden, wo ein Blinddarm entspringt, dann aber in der Richtung des Uhrzeigers eine volle Kreiswindung bis zur Mundöffnung zu beschreiben. Hier biegt der Darm von neuem um, indem er zugleich sich in die Höhe wendet, wo er eine zweite, kürzere, obere Windung beschreibt, die innerhalb der ersten liegt, und so unter die Madreporenplatte gelangt. Hier geht er in den Endabschnitt, das Rectum, über, das in gerader Linie zum After zieht (Fig. 7, Taf. X).

b. Histologie.

1. Der auf dem Querschnitt fünfwulstige Schlund, meist als Pharynx bezeichnet, besitzt fünf Lippen, die wie Prouho für *Dorocidaris* schildert,

gegenüber den Zähnen liegen, in der Rinne zwischen diesen. Diese Lippen sind nichts anderes als Faltungen der Schlundwand. In den fünf radiären Wülsten des Schlundes liegen fünf bindegewebige, dicke, längsverlaufende Ligamente, die als eine Verdickung seiner Wand anzusehen sind. Sie wurden von Valentin als organes fusiformes beschrieben.

Bei *Strongylocentrotus* u. A. ist eine geräumige Mundhöhle *M* vorhanden (Fig. 1, Taf. X), die aussen von dem verdickten Peristomrand begrenzt wird, und in welche die fünf Peristomlippen *Lp*, je nach dem Contractionszustand, mehr oder weniger hineinragen. Zehn bindegewebige starke Bänder befestigen den Schlund nach Prouho mit der Laterne; sie liegen auf beiden Seiten der Pharynxwülste und sollen an ihren freien Enden musculös sein. Weiter erwähnt dieser Forscher fünf Paare von Ligamenten, die an der Schlundwand einerseits inseriren, unter rechtem Winkel über den Nervenring ziehen und sich im Innern der Kiefern längs der Ränder der Zähne befestigen.

Mit den Geweben, die die Darmwandung zusammensetzen, beschäftigen sich die Abhandlungen von Hoffmann (310), Koehler (347), Prouho (556), Hamann (290), von denen besonders der letztere eine genaue Schilderung gegeben hat. Man unterschied ein äusseres Wimperepithel, eine Bindegewebsschicht, eine aus ringförmig verlaufenden Muskelfasern bestehende Muskelschicht mit einzelnen Längsmuskelfasern, eine innere Bindegewebsschicht und die innere Epithelschicht. Auch Prouho betont, dass er nur wenige Längsfasern gefunden habe.

Der Schlund, der bei jüngeren Thieren in fünf grosse Wülste oder Leisten (Krohn) gefaltet ist (bei älteren treten noch weitere Wulstbildungen auf), besitzt nach Hamann eine Epithelschicht, die aus Drüsenzellen und indifferenten Zellen sich zusammensetzt. Sämmtliche Zellen wimpern, wie schon Leydig in seinem Lehrbuch der Histologie beschrieben hat, während Hoffmann (310) ein Flimmerepithel für die Echinen leugnet. Die Drüsenzellen scheinen mehr auf den Anfangstheil des Schlundes, die Mundhöhle beschränkt zu sein. Ihre Gestalt ist flaschenförmig, ihr Inhalt besteht aus stark lichtbrechenden Körnchen, die in einem Maschenwerk liegen. Basalwärts verlängern sich die Zellen in hyaline Fortsätze. Neben diesen Drüsenzellen kommen feine haarförmige Zellen vor, die den Zellkern in einer Anschwellung tragen. Bei *Centrostephanus* fand ich weiter Zellen, deren oberer, freier Theil becherförmig erweitert und mit einer lichtbrechenden, fein granulirten Substanz erfüllt war. Zwischen den Epithelzellen trifft man Zellen, welche nicht bis zur Oberfläche reichen und wahrscheinlich als Ersatzzellen anzusprechen sind. Die in der Epithelschicht verlaufenden Nervenfibrillen sind bereits oben geschildert worden. Die Bindesubstanzschicht ist gegen das Epithel durch eine feine Basalmembran abgegrenzt. In ihrer zähflüssigen Grundsubstanz liegen spindelige, selten sternförmige Zellen mit Ausläufern und Fasern, daneben amöboide Zellen, wie sie in der Blutflüssigkeit vor-

kommen. Pigmentzellen treten häufig auf, so bei *Sphaerechinus granularis* zwischen den Epithelzellen. Bei *Arbacia pustulosa* ist das Pigment in den freien Enden der Epithelzellen und zwischen ihnen abgelagert, sodass die innere Oberfläche des Darmes schwarz erscheint. Ausserdem ist das Pigment in der Bindesubstanzschicht vorhanden. Drüsenzellen fand ich bei dieser Art nicht.

Der zweite Darmabschnitt, der meist als Oesophagus bezeichnet wird, ist äusserlich durch eine ringförmige Furche vom Schlund getrennt. Er zeigt in dem dem Dünndarm genäherten Abschnitt Faltenbildungen, Krypten, in denen ich Drüsen fand. Die Wandung dieses Abschnittes setzt sich aus den gleichen Schichten zusammen, nur kommen zu den ringförmig verlaufenden Muskelfasern des Schlundes noch longitudinal verlaufende glatte Muskelzellen hinzu, die, in Bündeln zusammenliegend, nach innen von der circulären Muskelschicht verlaufen. Die Zellen des Epithels sind an der Oberfläche becherglasartig erweitert (Fig. 5, Taf. XII). Dieser Theil ist mit einer feinkörnigen Masse erfüllt oder erscheint fast homogen. Unterhalb des erweiterten freien Endes liegt der Kern; die Zelle setzt sich mehr und mehr verjüngend in einen schmalen Fortsatz fort. Zwischen den basalen Fortsätzen verlaufen die Nervenfasern. In den Krypten, zwischen den papillösen Erhebungen liegen die Drüsenzellen. Bei *Centrostephanus longispinus* liegen diese Drüsen nicht nur in der Tiefe der Krypten, sondern auch auf den Seiten der Papillen. Die Zellsubstanz dieser Drüsenzellen ist gekörnt; sie bleibt ungefärbt, nur der basal liegende Kern und die ihn umhüllende Substanz färben sich (Fig. 3, Taf. XII).

In der Bindesubstanzschicht liegen die Längsmuskelfasern, zu fünf oder mehr ein Bündel bildend, in Abständen von einander. Nach aussen von ihnen verläuft die aus circulären Fasern bestehende Ringmuscularis, ebenfalls im Bindegewebe liegend. In der Bindesubstanzschicht finden sich bei *Ech. microtuberculatus* dieselben gelbkörnigen Zellen, wie sie im Axialorgan liegen, weiter braune amöboide Pigmentzellen in ziemlicher Menge. Sie verleihen der Darmwand das bräunliche Aussehen. An derjenigen Stelle, wo der Schlund in den Dünndarm eintritt, zweigt sich der Nebendarm ab.

Der Nebendarm wurde zuerst von Delle Chiaje (145) im Jahre 1825 beschrieben und abgebildet. Er entdeckte ihn bei *Spatangus* und *Echinus*. Erst Hoffmann (310) lenkte wieder die Aufmerksamkeit auf dieses Organ, das er näher schilderte. Nach Prouho fehlt der Nebendarm bei *Dorocidaris*.

Die Wandung des Dünn- wie Nebendarmes ist die gleiche. Bei beiden folgt auf das Innenepithel die Bindesubstanzschicht und nach aussen von dieser schwach entwickelte Längsmuskelfasern und die ebenfalls nicht zu einer continuirlichen Lage vereinigten circulär verlaufenden Muskelfasern. Die Muskelschichten, besonders die letztere, setzen sich auf die Wandung der Blutlacune fort, welche aussen von dem Peritoneal-

epithel in gleicher Weise wie der Darm und die Mesenterien überzogen wird (Fig. 1, Taf. XIII).

Der Dünndarm zeigt in seinem Epithel Erhebungen, welche circulär verlaufen und bald mehr, bald weniger stark ausgebildet sind. Besondere Drüsenzellen habe ich bei keiner Art gefunden. Die Zellen des Epithels besitzen lange Wimpern, ihre Gestalt ist cylindrisch. Nach der Basalmembran zu erscheinen die Zellen meist in einem Fortsatz spitz zuzulaufen. Ihre Substanz ist fein granulirt; nach Pikrocarminfärbung und vorheriger Behandlung mit Flemming'schem Chrom-Osmium-Essigsäuregemisch tritt ein Netzwerk in der Zellsubstanz undeutlich auf. Nur der Zellkern von ovaler bis kugeliger Gestalt färbt sich tief, während die Zellsubstanz mit Carmin ungefärbt bleibt (Fig. 9, Taf. XII).

Ein junger *Sphaerechinus granularis*, dessen Darm vollständig mit Nahrung, meist Diatomeen und Algen, angefüllt war, zeigte nach Conservirung mit Osmiumsäure folgenden Bau. Die Epithelzellen waren an ihren freien Enden meist hervorgewölbt und aufgetrieben (Fig. 8, Taf. XII). Die Zellsubstanz ist mit durch Osmium geschwärzten Körnern angefüllt, die theilweise mit den abgeschnürten Enden der Zellen frei im Darmlumen liegen.

Das Epithel des Nebendarmes, welches sich in Längsleisten hervorhebt, setzt sich aus Wimperzellen von cylindrischer Gestalt zusammen. Die Zellsubstanz ist fein gekörnt und färbt sich kaum, nur der Kern zeichnet sich durch seine Tinctionsfähigkeit aus. Die Bindesubstanzschicht enthält wenig Fasern und Zellen. Die Blutlacune, welche ihm anliegt, ist als nichts anderes aufzufassen als ein longitudinaler Hohlraum in der Bindesubstanzschicht der an dieser Stelle hervorgewölbten Wandung des Nebendarmes.

Am jungen, im Durchmesser 2 mm messenden *Echinus* besteht das Innenepithel aus cubischen Zellen. Die Blutlacune ist nur sehr gering ausgebildet und an noch jüngeren Thieren kaum aufzufinden. Was den letzten Abschnitt des Darmes anlangt, das Rectum, so zeichnet es sich durch sein im Verhältniss zum Durchmesser des Darmes niedriges Cylinderepithel aus. Die Zellen besitzen eine fein gekörnte Substanz, die sich schwer färbt. Jeder Zelle scheint eine Anzahl von Wimpern aufzusitzen. Die Ringmuscularis ist stark entwickelt.

Einen abweichenden Bau zeigt der Darmtractus bei den Spatangoiden.

Der erste Abschnitt, der Schlund, ist bei *Spatangus purpureus* von nahezu cubischen Zellen ausgekleidet. Nach Hoffmann sollen die Zellen Flimmerhaare tragen, während den übrigen Darmabschnitten diese fehlen. Stark entwickelt ist die Bindesubstanzschicht mit ihren Pigmenthaufen von schwärzlicher Farbe und gelben, kugeligen Concretionen. Im Anfang ist die Wand glatt, im weiteren Verlaufe erheben sich aber Zotten, die in Gestalt von zackigen Längslinien bei der Oberflächenansicht hervortreten. In der äusseren Lage der Bindesubstanz liegen

Längsmuskelfasern, nach aussen von ihnen die Ringmuscularis. Bei *Brissus unicolor* wird der Schlund nach Hamann von cylindrischen Zellen ausgekleidet (Fig. 4, Taf. XII).

In der Bindesubstanzschicht liegen Anhäufungen von schwarzen Pigmentkörnern.

Der Schlund geht, wie Hoffmann schildert, ohne besondere Grenze in den zweiten Abschnitt, den Oesophagus, über, der am Uebergang in den dritten Abschnitt, den er als Magen bezeichnet, sich bedeutend erweitert und den Durchmesser der Speiseröhre fast um das Drei- oder Vierfache übersteigt. Im Oesophagus beschreibt Koehler (347) bei Spatangoiden vielzellige, schlauchförmige Drüsenzellen, deren Vorhandensein bei anderen Arten bisher nicht beobachtet wurde.

Im dritten Abschnitt setzt sich das Epithel aus langen Cylinderzellen zusammen. Es ist bald in Zotten gelegt, bald glatt. Die ganze Wandung dieses Darmabschnittes ist sehr dünn. Die Bindesubstanzschicht ist wenig entwickelt, nur da, wo die Blutflüssigkeit in unregelmässigen Lacunen verläuft, ist sie verdickt. Pigmentanhäufungen sind in grosser Menge vorhanden. Auch die Längsmuskeln sind nur in geringer Zahl vorhanden. Desto stärker ist die Ringmuscularis verhältnissmässig ausgebildet.

An derjenigen Stelle, wo der Darm sich nach vorn wendet, liegt bei den Spatangoiden ein Blindsack, in welchen die Nahrungstheile nicht eindringen. In seiner Wandung verlaufen nach Koehler's Darstellung (347) die Blutlacunen in grosser Zahl. Sein Lumen ist von einer braunen Flüssigkeit erfüllt, die bei der Verdauung eine grosse Rolle spielen dürfte. Bei *Brissus unicolor* fand ich in dem Epithel des Divertikels schlauchförmige Drüsenzellen in grosser Anzahl (290). Die Ringmuscularis ist weit stärker entwickelt als in den übrigen Darmabschnitten. Am Enddarm von *Echinocardium flavescens* hat Koehler ebenfalls einen kleinen Blindsack beschrieben, der als Reservoir für die Excremente zu dienen scheint.

Der Nebendarm entspringt als dünnes Rohr mit einer schlitzförmigen Oeffnung, die keinen grösseren Stein oder Nahrungspartikel in ihn eindringen lässt.

Eigenthümlich ist sein Eintritt in den dritten Abschnitt (Hoffmann's Magendarm). Betrachtet man die innere Oberfläche des Darmes, so sieht man eine halbmondförmige Figur, die durch eine Klappe verschlossen wird (Fig. 2, Taf. XIII).

Der Bau der Wandung des Nebendarmes stimmt bei *Brissus unicolor* in fast allen Stücken überein mit dem des Dünndarmes.

Das Innenepithel besteht aus cylindrischen Zellen, deren Substanz fein granulirt ist. Die Höhe des Epithels kann sehr wechseln. Ein kugeliger Kern liegt im freien Ende der Zellen. Der Zellinhalt färbt sich mit Carmin. Abgegrenzt wird dieses Epithel von der darunter liegenden Bindesubstanzschicht durch eine starke Basalmembran. Eine

solche hat Koehler in allen Darmabschnitten beschrieben als membrane élastique. Mir ist sie nur hier aufgefallen in so starker Ausbildung, wie sie nach dem französischen Forscher allgemein sein soll. Ein so starkes Hervortreten der Basalmembran ist wohl nur der Conservirungsart zuzuschreiben.

In der Grundsubstanz der Bindesubstanzschicht treten feine Fasern und Zellen auf, sowie die gleichen Pigmentanhäufungen, wie im übrigen Verlauf des Hauptdarmes. Blutlacunen und geronnene Flüssigkeit habe ich nicht nachweisen können.

Das Epithel des Dünndarmes geht direct in das des Nebendarmes an seiner Urprungsstelle über. Grosse Mengen von gelbkörnigem Pigment sind zwischen den Zellen an ihrer Basis abgeschieden. Das Lumen des Nebendarmes ist sehr oft erfüllt von grossen, blasigen Protozoen (Infusorien), deren eiförmige Körper unregelmässig geformte Kerne besitzen. Ein Stäbchenbesatz unterhalb des vorderen Körperendes, welches etwas zugespitzt ist, zeichnet diese nur auf Schnittpräparaten untersuchten Parasiten aus. Grosse Mengen von einem Secret erfüllen besonders da, wo der Nebendarm entspringt, sein Lumen, und man kann beobachten, wie dieses Secret von den Zellen abgeschieden wird, welche die innere Auskleidung bilden. Secrettropfen treten aus den Zellen an ihrem freien Ende heraus.

Bei *Spatangus* existirt nur ein Nebendarm; ebenso bei *Echinocardium.* Drei hierauf untersuchte Gattungen, *Brissus*, *Schizaster* und *Brissopsis*, besitzen einen zweiten Nebendarm, welcher durch Koehler (347) aufgefunden worden ist. Er verläuft zwischen dem Dünndarm und dem Hauptnebendarm und besitzt nach Koehler eine verschiedene Länge bei den einzelnen Gattungen.

Ich habe denselben nur bei *Brissus unicolor* näher untersucht. Der Durchmesser dieses zweiten Nebendarmes ist ein sehr geringer und beträgt wenig über einen Millimeter. Dabei ist seine innere Höhlung nicht glatt, sondern der Länge nach verlaufende Wülste springen in sein Lumen hervor. Auf dem Querschnitt tritt dieser Bau dadurch zur Beobachtung, dass unregelmässige Wülste in meist dreieckiger Form in das Lumen hervorspringen und dieses selbst so sehr verengt erscheint. Das von den langen, cylindrischen Zellen abgesonderte Secret liegt in Gestalt einer sich mit Carmin rosa tingirenden, geronnenen Masse in dem engen Lumen. Dieser zweite Nebendarm liegt dem Dünndarm dicht angeschmiegt an, durch ein dünnes Mesenterium mit ihm verbunden.

c. Die Mesenterien des Darmes.

Der Darm wird bei den Regulären durch Aufhängebänder oder Mesenterien an der Innenfläche der Schale befestigt und aufgehangen. Wie Fig. 2, Taf. X zeigt, wird der Schlund mit dem Steincanal und dem Axialorgan durch ein breites Band in seinem Verlaufe aufgehangen.

Dieses Band befestigt zugleich den Anfang des dritten Abschnittes mit dem Nebendarm an der Schale. An denjenigen Stellen, wo die Darmwindungen sich der Schalenwand nähern, besorgen Aufhängebänder, die durchbrochen sind, seine Anheftung. Bei den Spatangoiden wird der Darm durch einzelne kleine Bänder an der Schalenwand befestigt, während zwischen seinen Windungen sich grosse Mesenterialplatten, ein Gekröse, entwickelt haben. Hoffmann unterscheidet vier solcher Mesenterien, zwei an der Rücken- und zwei an der Bauchfläche, die zugleich zur Befestigung des Nebendarmes und der Blutlacunen dienen. Die Mesenterien werden auf beiden Flächen vom Peritonealepithel überzogen, das alle Organe, die in der Leibeshöhle liegen, überkleidet. Eine bindegewebige Axe mit starken Fasern giebt ihnen Halt. Muskelfasern, die unterhalb des Epithels liegen, lassen sich an dem Mesenterium, das mit der Wand des Nebendarmes zusammenhängt, nachweisen (Hamann).

IX. Das Blutlacunensystem.

Bei allen Echinoideen findet sich ein ventraler Blutlacunenring, der den Schlund umkreist oder auf der Oberfläche des Kauapparates liegt. Von ihm gehen fünf radiäre Blutlacunen ab, die in den Ambulacren parallel zu den radiären Wassergefässen verlaufen. Weiter finden sich zwei besondere Darmlacunen, und zwar eine dorsale und eine ventrale, *DBL* und *VBL* in Fig. 2, Taf. X. Von dem Blutlacunenring tritt eine Lacune zum Axialorgan, es umspinnend. Oberhalb des Axialorganes zieht diese Lacune weiter und bildet den analen Blutlacunenring mit den Genitallacunen. Die vom ventralen Blutlacunenring austretenden zu den fünf Poli'schen Blasen ziehenden Lacunen sind bereits oben geschildert worden. Im Anschluss an dieses Lacunensystem soll das Axialorgan besprochen werden, das in den Verlauf desselben eingeschaltet ist.

Die Darmgefässe fallen durch ihre Grösse dem Beschauer sofort auf. Sie waren bereits Tiedemann, Monroe und Valentin bekannt. Anders steht es mit dem Blutlacunenring, der erst durch die späteren Forscher, wie Teuscher, Koehler, Perrier u. A., erkannt wurde.

L. Agassiz und Hoffmann (310), Koehler und Perrier (526) waren der Meinung, dass das Blutgefässsystem mit dem Wassergefässsystem in Verbindung stände, eine Ansicht, die von Teuscher, Prouho, Cuénot, Hamann als unrichtig zurückgewiesen wurde. Hoffmann bestreitet sogar die Existenz des Blutlacunenringes. A. Agassiz (8) gab für die regulären Seeigel (*Desmosticha*) eine Beschreibung des Systems, indem er den Verlauf des Lakunenringes und den Verlauf der Darmlacunen in den Hauptzügen schildert. Ein Zusammenhang mit den Wassergefässcanälen existirt nicht. Teuscher beschreibt einen analen Blutgefässring und die radiären Gefässe. Das, was er aber als solche bezeichnet, sind die Epineuralcanäle und der perianale Ringsinus. Für

die regulären Seeigel ist die Abhandlung von Perrier (526) bahnbrechend geworden. Seine Resultate wurden von Vogt und Yung und Cuénot bestätigt. Für die irregulären Seeigel geben Koehler, Prouho, Hamann und Leipoldt genauere Darstellungen.

1. Der Blutlacunenring und die radiären Blutlacunen.

Der Blutlacunenring verläuft bei den Regulären und den Clypeastroiden auf der Oberfläche der Membran der Laterne oberhalb des Ringcanals des Wassergefässsystems, wie es die Figuren 1 und 2 auf Tafel X und Figur 1 auf Tafel XII erkennen lassen. Der Blutlacunenring besteht nach Hamann aus einer Anzahl von ringförmig verlaufenden, mit einander communicirenden Lacunen und Lücken in der Bindesubstanzschicht, die von der Blutflüssigkeit mit ihren Zellen angefüllt sind. Wie bereits oben bei Schilderung des Ringcanales ausgeführt wurde, ist er mit diesem bei einzelnen Gattungen in enge Verbindung getreten, so bei *Dorocidaris*, *Asthenosoma, Peronella*, wo nach den Beobachtungen von Prouho (556), Sarasins (590) und Cuénot (136) Aussackungen des Ringcanales in die Lacunen hinein sich erstrecken, ohne dass aber eine directe Communication zwischen beiden Organsystemen stattfände.

Vom Ringcanal zweigen sich die fünf radiären Lacunen ab, welche auf der Aussenseite des Schlundes verlaufen und radiär liegen, wie Teuscher, Koehler und Prouho schilderten. Diese fünf Lacunen setzen sich nach Prouho (556) in den Ambulacren oder Radien in Gestalt von fünf Lacunen fort, die in der Membran verlaufen, welche das radiäre Wassergefäss vom Hyponeuralcanal *Hp* trennt. In Fig. 1, Taf. IX ist die durchquerte Lacune mit *Bl* bezeichnet, mit *RW* das Wassergefäss. Nach Cuénot's (136) Angaben sollen die fünf Lacunen vom Lacunenring durch eine Membran getrennt sein, sodass bei Injectionen die Flüssigkeit aus dem Lacunenring nicht in die Lacunen dringen könnte. Die fünf Lacunen werden nach Cuénot von zwei Muskelbändern begleitet. Sie nehmen an Umfang allmählich ab, sodass sie in der Gegend des Nervenschlundringes sehr dünn geworden sind und sich hier an der Innenfläche der fünf radiären Nervenstämme anheften. Eine kurze Strecke weiter beginnt der radiäre Schizocölraum oder Hyponeuralcanal, der die Lacune vom radiären Nervenstamm trennt, welche in die Membran eintritt, die das Wassergefäss vom Hyponeuralcanal scheidet.

Die radiären Lacunen schliessen eine gerinnbare Flüssigkeit mit Amöbocyten ein. Da, wo jederseits ein Gefäss zu den Füsschen aus dem radiären Wassergefäss austritt, folgt ihm ein kleiner Ast aus der Blutlacune, der sich in der Bindesubstanzschicht an der Eintrittsstelle des Wassergefässes verliert, wie Prouho für *Echinus sphaera* beschrieben und Cuénot (136) für *Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis* und die Clypeastroiden bestätigt hat. Bei *Dorocidaris papillata* schildert

Prouho (556) diese Verhältnisse in Einzelheiten abweichend. Die radiären Lacunen sind stark entwickelt und verzweigen sich innerhalb des Hyponeuralcanales.

Bei den Spatangoiden ist der Verlauf des Blutlacunenringes nach Prouho (556) folgender. Die Randlacune des Darmes mündet in den Lakunenring, der auf der Unterlippe nach aussen vom Wassergefässring, auf der Oberlippe nach innen von diesem verläuft, wie Fig. 4, Taf. IX zeigt. Von ihm aus nehmen fünf stark entwickelte radiäre Lacunen ihren Ursprung, welche in dem Band verlaufen, welches den Radiärcanal vom radiären Schizocölraum trennt. Wie bei den Regulären wird jeder zum Füsschen ziehende Wassergefässast von einem Ast der Lacune begleitet. Vom Blutlacunenring entspringt eine Lacune (canal glandulaire), die sich im Axialorgan verzweigt. An dessen Ende treten Lacunen aus, die in die Genitallacunen übergehen, die in der Wand des analen Ringsinus verlaufen.

2. Die Darmlacunen.

a. Ihr Verlauf. Vom Blutlacunenring entspringt eine Lacune, die den Schlund begleitet, indem sie in dem Mesenterium verläuft; sie wird als die innere oder ventrale Lacune bezeichnet. In Fig. 2, Taf. IX ist sie mit *VBl* gekennzeichnet. Diese ventrale Lacune verläuft im dritten Darmabschnitt, der vom Nebendarm *ND* begleitet wird, nach aussen von diesem in dem Mesenterium an seiner Wand anliegend. Die zweite Darmlacune, als äussere oder dorsale bezeichnet, begleitet die erste Darmwindung, indem sie neben der Darmwand verläuft. Ueber ihren Ursprung sind die Meinungen getheilt. Nach Perrier entspringt diese äussere Darmlacune bei *Echinus sphaera* auf dem äusseren Rande der ersten Darmwindung vom Capillarnetz der Darmwand und endet mit ihr, fehlt also auf der zweiten Darmwindung vollständig. Nach Prouho entspringt sie aus einem Capillarnetzwerk, das von dem aus dem Axialorgan austretenden Lacunenast oberhalb desselben, vor dem Eintritt in die Geschlechtsorgane und in den perianalen Lacunenring gebildet wird (Fig. 5, Taf. XII). Nach Hamann zweigt sich bei *Sphaerechinus* von der zum Axialorgan ziehenden Lacune, die in entgegengesetzter Lage wie die ventrale am Schlund verläuft, ein Ast ab, um auf der äusseren Seite des Darmes als äussere oder dorsale Randlacune zu verlaufen. — Die dorsale Lacune *DBL* (Fig. 2, Taf. IX) ist stets schwächer entwickelt wie die innere.

Leipoldt schildert bei *Sphaerechinus* den Ursprung folgendermassen. Vom periösophagalen Blutlacunenring geht eine Lacune (canal glandulaire von Koehler) zum Axialorgan und verzweigt sich auf ihm. Ein Theil der es umspinnenden Zweige tritt auf das Mesenterium über, welches das Axialorgan am Schlund befestigt und diese stehen mit der dorsalen Blutlacune in Verbindung. — Die Verbindung

der peripheren Blutlacunen des Axialorgans mit dem analen Blutlacunenring findet nach Leipoldt so statt, dass die auf das Mesenterium übertretenden Lacunen mit demselben bis zum analen Ring ziehen und sich dort mit ihm verbinden.

Von beiden Lacunen treten kleine Zweige ab, die in der Darmwand sich in feinste Capillaren auflösen, wie Fig. 1, Taf. XII erkennen lässt. Bei einzelnen Gattungen finden sich Abweichungen von diesem Schema. So hat Perrier (526) für *Echinus sphaera* eine dritte, theilweise frei in der Leibeshöhle liegende Lacune beschrieben, die von Vogt und Yung in ihrem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie bestätigt wird. Diese dritte Lacune verläuft zwischen dem Kauapparat und den Darmwindungen, unterhalb der lezteren, und beschreibt einen Kreis. Sie steht mit der äusseren oder dorsalen Darmlacune durch die zehn Aeste in Verbindung, welche in Abständen von einander liegen, wie es Fig. 1, Taf. XII erkennen lässt. Diese dritte Lacune ist contractil und reagirt auf die geringste Reizung. Sie fehlt *Sphaerechinus* u. A. sicher. Vogt und Yung beschreiben bei dieser Gattung eine besondere Lacune, die von der ventralen Lacune am Schlund sich abzweigt und über der Laterne hin in einiger Entfernung vom Anfang der inneren Wandung direct zur inneren Lacune führen soll.

Das Capillarnetz ist nach Prouho (557) auf der ersten Darmwindung am stärksten ausgebildet. Auf der zweiten Windung nimmt es allmählich an Ausdehnung ab.

Eine weitere Eigenthümlichkeit schildert Perrier bei *E. sphaera.* Die innere Randlacune bildet an der Umbiegungsstelle des Darmes eine unregelmässige, verlängerte Blase, von der Aeste zum Darme abgehen. Von dieser Blase aus soll ein Capillarnetz im Mesenterium gebildet werden.

Bei den Spatangoiden finden sich die beiden Darmlacunen wieder, wie Hoffmann und Teuscher schilderten. Genaue Angaben über ihren Verlauf gab Koehler. Nach seiner Darstellung sollte vom Lacunenring und Ringcanal je ein Gefäss entspringen, die mit einander verschmelzen zum sogenannten Verbindungsgefäss, das am freien Theile des Sipho verläuft und sich in zwei Aeste gabelt. Der eine zieht zum Rectum, der andere zum Dünndarm. Beide bilden so das innere Darmgefäss. Dieses giebt nur auf der unteren Darmwand, und zwar auf der Rückenseite Capillaren ab. Aus diesen entsteht das äussere Randgefäss, welches die untere Darmwindung begleitet und am Rectum endigt. Nach den Untersuchungen von Prouho (557) ist aber der Blutlacunenring vom Wassergefässringcanal getrennt und besteht keinerlei Communication zwischen beiden Hohlräumen, sodass diese Angaben Koehler's zu berichtigen sind. Von der inneren Darmlakune zieht vielmehr nach Prouho ein Ast zum Mund, um hier den Blutlacunenring zu bilden. Er mündet auf der ent-

gegengesetzten Seite der zum Axialsinus ziehenden Lacune (canal glandulaire), Verhältnisse, wie sie bereits Teuscher erkannt hatte.

b. Der feinere Bau der Blutlacunen. Erst durch Prouho und Hamann wurde der feinere Bau der Darmlacunen näher bekannt. Während man bisher von Gefässen sprach und ihnen ein Innenepithel zuschrieb, zeigten beide Forscher, dass die Lacunen wandungslose Hohlräume und Spalten, Lücken in der Bindesubstanzschicht des Mesenteriums sind und dass die Capillaren in der Bindesubstanzschicht der Darmwand Lücken und kleinste Hohlräume in ihr darstellen. Querschnitte durch die Lacunen zeigen folgendes. Die Wandung besteht nach Hamann aus einer dünnen Lage von Bindesubstanz, die aussen von dem wimpernden Cölomepithel überzogen wird. Der centrale Hohlraum wird von der geronnenen Blutflüssigkeit mit ihren Zellen erfüllt (vgl. weiter unten). Die Bindesubstanzschicht ist entweder gering entwickelt oder aber da, wo man schon mit blossem Auge die Stärke der Lacune wahrnimmt, wird der centrale Hohlraum durch bindegewebige Stränge in Abtheilungen getheilt, wie es bei der dorsalen Lacune die Regel ist. Aeltere Beobachter haben eine Contraction der Blutlacunen beschrieben. So spricht Tiedemann von solchen, die er in seinem Gefässstamm des inneren Randes des Darmcanales beobachtet hat. Diese Bewegungen kann man leicht an frisch geöffneten Thieren beobachten. Man kann in der Wandung der Lacunen unterhalb des Cölomepithels Muskelfasern nachweisen, die parallel zur Längsaxe der Lacunen verlaufen. Neben diesen kommen vereinzelt auch ringförmig angeordnete platte Muskelzellen vor. Diese Musculatur tritt nur an einzelnen Stellen auf, an anderen fehlt sie, oder ist nur schwach entwickelt. Die ventrale Lacune, die neben dem Nebendarm verläuft, zeigt die Muskelschicht kräftig ausgebildet. Die oft kräftige Contraction, welche besonders nach einer Reizung erfolgt, geschieht auf Kosten einer besonderen Längsmusculatur, die an der Grenze liegt, wo das Mesenterium sich an der Darmwandung anheftet, da wo die Schichten des einen in die des Darmes übergehen. Da, wo die Mesenterien ihren Ursprung nehmen, zeigt die Darmwand eine Verdickung, eine Längsleiste, die als eine Stütze für die Darmlacune angesehen werden kann.

Die von den Darmlacunen sich rechtwinklig abzweigenden Aestchen mit ihren Capillaren sind ebenfalls Lücken und Spalträume in der Bindesubstanzschicht der Darmwand, die unter einander verschmelzen können. Meist ist bei der Untersuchung auf Schnitten die geronnene, sich mit Farbstoffen tingirende Inhaltsflüssigkeit nachweisbar. Ein anderer Weg, sie zur Ansicht zu bringen, ist die Injection von den Darmlacunen aus.

3. Der anale Blutlacunenring und die Lacunen der Geschlechtsdrüsen.

Oberhalb des Axialorganes setzen sich die Blutlacunen, die das Axialorgan peripher umgeben, auf das Mesenterium fort und treten in

die Wandung des die Afteröffnung und das Rectum umgebenden Hohlraumes, des aboralen Ringsinus, wie Prouho und Hamann beobachteten und Leipoldt bestätigte. Das Gebilde, welches die älteren Forscher als Blutgefässring beschrieben haben, ist der Hohlraum selbst; das gilt für die Beschreibungen von Tiedemann und Valentin. Andere, wie Hoffmann, bestritten das Vorhandensein eines analen Lacunenringes überhaupt.

Von dem analen Lacunenring, dessen Lage und Verlauf in der pentagonalen bindegewebigen Wandung des perianalen Ringsinus (von Hamann analer Schizocölraum genannt) die Fig. 10, Taf. XII verdeutlicht, zweigen sich Lacunen ab, die in den Ausführgang der Geschlechtsdrüsen eintreten, indem sie in der Bindesubstanzschicht der Wandung derselben sich verzweigen. Ausser bei *Dorocidaris*, *Sphaerechinus*, *Echinus* und anderen Regulären fand Cuénot (136) die Genitallacunen bei *Arbacia* und den Clypeastroiden wieder.

Bei den Spatangoiden findet sich ebenfalls ein analer Blutlakunenring, der in folgender Weise zu Stande kommt. Vom ventralen (peribuccalen) Lacunenring entspringt eine Lacune (lacune schlechthin oder canal glandulaire der französischen Forscher), welche auf dem Axialorgan in dessen Wandung sich verzweigt. Von dieser zweigen sich Lacunen ab, die in die Membran, die die vier Genitaldrüsen unter einander verbindet, eintreten, indem sie ein Netzwerk bilden.

4. Das Axialorgan.

(Herz, glande ovoide, gl. madréporique, plexiform gland, Dorsalorgan, organe plastidogène, Niere.)

Unter der Bezeichnung des Axialorganes führen wir das zuerst von Tiedemann und Valentin als Herz beschriebene Organ auf, welches auch von den folgenden Forschern, wie Joh. Müller (494), A. Agassiz (8), für das Centralorgan des Blutgefässsystems gehalten wurde. Hoffmann (311) hielt dieses Organ für eine Anschwellung des Steincanales und nannte es Wassergefässherz. Für ein Excretionsorgan hielten es Perrier (526), Koehler (347) und P. und F. Sarasin (590). Ersterer glaubte sich durch Injectionen überzeugt zu haben, dass dieses Organ mittels eines Ausführganges, canal excréteur, mit der Aussenwelt in Verbindung stände, indem dieser Canal unterhalb der Madreporenplatte in einen Hohlraum münde, den espace infundibuliforme, von dem aus das Excret durch die Poren des Madreporiten nach aussen gelange. Er nannte es „ovoide Drüse“, eine Bezeichnung, die von den späteren französischen Forschern beibehalten wurde. Er bestritt, dass diese Drüse mit dem Blutlacunensystem in irgend welcher Verbindung stehe. Koehler (347) bestätigte die Darstellung Perrier's; auch er beschreibt einen Ausführgang und hält das Organ für ein Excretionsorgan. Die Perrier'sche Schilderung rectificirte er hinsichtlich des Blutlacunensystems. Er be-

obachtete, dass vom Blutlacunenring ein Gefäss entspringt, das parallel zum Steincanal verläuft und sich, an dem Organ angelangt, in ein Netzwerk feinster Gefässe auflöst, die sich in der Drüsensubstanz verästeln, sodass die Blutflüssigkeit in alle Hohlräume des Organes eindringen soll. Er nannte dieses Gefäss canal glandulaire. Nach Koehler mündet der canal excréteur des Organes unterhalb der Madreporenplatte zugleich mit dem Steincanal in einen Hohlraum (Perrier's espace infundibuliforme). Später hat Koehler*) seine Ansicht über die Natur des Axialorganes zurückgenommen. Er bezeichnete es als glande madréporique und liess in ihm die amöboiden Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit sich bilden. Damit näherte er sich der Ansicht, die Carpenter**) ausgesprochen hatte, indem er den Zusammenhang des Organes mit der Aussenwelt durch einen Excretionscanal bestritt und in ihm die Bildungsstätte der braunen Zellen vermuthete. Er nannte es plexiform gland. In einer späteren Abhandlung änderte auch Perrier (529) seine Ansicht hinsichtlich des canal excréteur, dessen Vorhandensein er jetzt bezweifelt. Er nennt das Organ organe plastidogène. In ihm bilden sich die zelligen Elemente der Leibeshöhlenflüssigkeit. Weiter aber steht es in Verbindung mit der Bildung der Geschlechtsproducte. Den Excretionscanal leugnete auch Hamann (290), während er die Blutlacunen sich peripher in der Wandung des Organes verästeln liess. Als Function des Organes sah er die Bildung von Pigmenthaufen an, die aus Wanderzellen entstehen sollen, sowie die Ausscheidung der für den Körper unbrauchbar gewordenen Stoffe aus dem Blute. Daher bezeichnete er es als Drüse. Vogt und Yung haben in ihrem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie das Organ als „Dorsalorgan" beschrieben, das einen Theil des Blutgefässsystems darstelle. Eine grundlegende Arbeit über den Bau und die Function dieses Organes gab Prouho (557). Er verfolgte den canal excréteur, den Hohlraum der Drüse, in seinem Verlauf und Zusammenhang mit dem Steincanal und betonte vor allem, dass das Blutlacunensystem mit dem Wassergefässsystem in keinerlei wie immer gearteter Verbindung stehe, und dass die Räume, in denen die Blutflüssigkeit circulirt, stets wandungslos, ohne Epithelbelag, seien. Durch Cuénot (136) fanden die Untersuchungen von Prouho Bestätigung. Einen Rückschritt in der Deutung unseres Organes und in der Schilderung des feineren Baues bedeutet die Abhandlung von P. und F. Sarasin, welche im Anschluss an die ältere Darstellung von Perrier den Hohlraum des Organes als einen Ausführgang, den sie Ureter nennen, beschrieben, während sie das Organ selbst als Niere deuteten. Eine Prüfung ihrer Angaben sowie der der früheren Forscher unternahm Leipoldt (374).

a. Lage des Axialorganes. Wie Fig. 2, Taf. X von *Sphaerechinus*

*) Koehler, R., Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures. Ann. Sc. Nat. Ser. 7. T. 2, 1887, p. 101—158.

**) Carpenter, Notes on Echinoderm Morphology. Quart. Journ. Microsc. Sc. Bd. 23, 1883, Bd. 25, 1885.

granularis zeigt, liegt das Axialorgan oberhalb der Laterne, zwischen dieser und der Madreporenplatte. Es lässt sich mit einer Spindel vergleichen, während die Oberfläche Furchen und Wulstbildungen zeigt. Es beginnt eine Strecke oberhalb der Laterne und reicht, sich allmählich verschmälernd, bis unterhalb des Madreporiten, mit dem es durch ein dünnes Häutchen, eine Fortsetzung seiner Wandung, verbunden ist. Innerhalb desselben tritt aus dem Organ ein Fortsatz aus, der sich durch seine helle Farbe von dem gelblich bis gelblich-braunen Organ auszeichnet (Leipoldt). Auf der der Leibeshöhle zugekehrten Fläche verläuft der Steincanal, der als feiner, weisslicher Faden hervortritt. Er liegt meist in einer deutlichen Furche dem Organe an. Wie die Figur zeigt, wird das Axialorgan durch ein Mesenterium aufgehangen, das von der Laternenmembran bis zum Apicalpol reicht und es mit dem Schlund verbindet. Am Apicalpol geht dieses Band über in die pentagonale Membran, die die Geschlechtsausführgänge verbindet und in ihrer bindegewebigen Wand den analen Blutlacunenring beherbergt, wie Fig. 10, Taf. XII von *Dorocidaris papillata* zeigt. Ein zweites kleines Mesenterium, von rudimentärem Charakter, beschränkt sich auf den obersten Theil des Organs und verbindet sich mit der das Rectum an die Schale befestigenden Membran (Leipoldt).

b. Makroskopischer Bau. Oeffnet man mit Leipoldt durch einen den Steincanal entlang geführten Schnitt das Organ, so zeigt sich ein centraler Hohlraum, in dessen Mitte der untere Theil jenes Fortsatzes liegt, von dem oben gesagt wurde, dass er sich durch seine besondere Farbe auszeichnet. Dieser Fortsatz verjüngt sich nach unten, indem er Seitenäste abgiebt, die sich gabeln und mit der Wandung des Organs sich verbinden. Der unten blind endende Hohlraum der Drüse setzt sich nach dem Madreporiten zu in einen Canal fort, wie das Prouho zuerst genau geschildert hat. Es ist derselbe Canal, den P. und F. Sarasin Ureter nennen. Er öffnet sich in eine kleine, trichterförmige Ampulle (espace infundibuliforme von Perrier) unterhalb des Madreporiten, in welche, wie oben geschildert wurde, auch die Porencanäle und der Steincanal münden (vergl. das Kapitel Enterocöl). Ausser dieser Ampulle liegt unterhalb des Madreporiten der oben bereits erwähnte Hohlraum, der von der Leibeshöhle vollständig abgeschlossen ist und die Ampulle umgiebt und sich auch seitwärts etwas über die benachbarten Platten erstreckt. Er wird von Leipoldt als Fortsatzsinus bezeichnet. In diesen Fortsatzsinus endet der Fortsatz des Axialorganes, indem er mit der hinteren Wandung desselben sich verbindet.

Nach Leipoldt verzweigt sich der Fortsatz in dem Hohlraum des Axialorganes und bildet die seit Valentin bekannten Nebenhohlräume. In Fig. 6, Taf. XIII, welche einen Querschnitt durch das Axialorgan wiedergiebt, ist der Fortsatz mit F, der Hohlraum mit H, die Nebenhohlräume mit NH, die Blutlacunen, die peripher liegenden Lacunen mit Bl bezeichnet.

Der Hohlraum *II* durchzieht das Axialorgan in seiner ganzen Länge. Er endet bei *Sphaerechinus granularis* dicht über dem periösophagalen Blutlacunenring blind geschlossen, wie das für *Dorocidaris papillata* von Prouho und für *Asthenosoma urens* von P. und F. Sarasin beschrieben worden ist, nur ist er bei ersterer ein nach unten immer enger werdender Canal (Leipoldt), während er bei den beiden letztgenannten Arten nur wenig an Umfang abgenommen hat.

Der Bau und die Lage des Axialorgans bei *Dorocidaris* sind durch Prouho genau geschildert worden, ebenso die von *Sphaerechinus* u. a. abweichende Anzahl der Hohlräume unterhalb des Madreporiten, auf welche hier als nebensächlich nicht eingegangen werden kann.

c. Histologischer Bau. Das Axialorgan wird von der Bindesubstanz gebildet, wie Koehler (347) und Hamann (290) übereinstimmend schilderten und Leipoldt (374) bestätigt hat. Ein Netzwerk von bindegewebigen Trabekeln, die an der Peripherie theilweise derartig regelmässig gebildet sind, dass sie den Anblick polygonaler Zellen mit verdickten Zellenmembranen vortäuschen, setzt das Organ zusammen.

Bei *Sphaerechinus* besteht das Organ in seiner Hauptmasse nach Hamann aus polygonalen, meist sechseckigen Maschen, in denen amöboide Zellen, eine oder mehrere, eingelagert liegen, wie Fig. 10, Taf. XIII zeigt. Das die Maschen bildende Netzwerk ist fast homogen und kann bei oberflächlicher Betrachtung dazu verführen, polygonale Zellen mit verdickten Wandungen, Pflanzenzellen ähnelnd, anzunehmen. Die Zellen, die in den Maschen liegen, sind amöboid, sternförmig verästelt, bald mehr kugelig geformt. Ihre Zellsubstanz färbt sich sehr gering und gleicht hierin den amöboiden Zellen der Flüssigkeit der Leibeshöhle und der Blutlacunen. Cuénot (133) beobachtete diese Zellen, wie sie in Theilung begriffen waren. Nach der Mitte des Organes zeigt das bindewebige Netzwerk den gewöhnlichen Charakter und treten die Fasern mit ihren Zellen deutlich hervor. In der äusseren Schicht der Wandung der Drüse bei *E. microtuberculatus* traf ich ebenso wie in der Darmwand grosse Mengen von sichelförmigen Kalkkörpern, von der in Fig. 11, Taf. XIII wiedergegebenen Gestalt. Peripher wird das Organ von den Blutlacunen umsponnen, die bei *Arbacia postulosa* in seiner Wand in der äussersten Schicht der Bindesubstanz als Lücken und Spalten sich verzweigen. Bei *Sphaerechinus* und *Dorocidaris* liegen die Lacunen dem Organ theilweise aussen auf.

Der Hohlraum des Organes wird von einem Epithel ausgekleidet, das nach Leipoldt dem der Leibeshöhle gleicht, wie ich für *Sphaerechinus* und *Strongylocentrotus* bei meinen Nachuntersuchungen bestätigen kann. Die von Prouho beschriebenen Wimpern *(Dorocidaris papillata)* habe ich auch bei den genannten Gattungen gefunden. Die Nebenhohlräume, die sich durch die Substanz des Organes nach allen Seiten bis dicht unter die Oberfläche verzweigen, sind mit demselben Epithel ausgekleidet, wie Leipoldt gegen die Sarasins hervorhebt, die in den

blind endenden Aestchen besondere Drüsenschläuche sehen zu müssen glaubten. Die Oberfläche des Organes zeigt tief gehende Furchen und Faltungen; diese stehen aber nicht in Verbindung mit den besprochenen Endästen der Nebenhohlräume (Cuénot, Leipoldt).

In der Substanz des Axialorganes liegen unregelmässig zerstreut die grossen Wanderzellen (globules mûriformes von Prouho), vor allem aber Pigmentanhäufungen, die die Farbe des Organes bedingen. Bei *Arbacia pustulosa* ist das Pigment peripher gelagert und tritt in Gestalt von gelblichen oder bräunlichen Körnern auf. Die Wanderzellen sind mit stark lichtbrechenden Concrementen erfüllt.

Der aborale Fortsatz des Axialorganes, der im Fortsatzsinus endet, besteht nach Leipoldt aus weitmaschiger Bindesubstanz, in der besonders kräftige Fasern auftreten. Er wird in seiner ganzen Ausdehnung von anastomosirenden Canälchen durchzogen, die sich peripher in den Fortsatzsinus und in den Hohlraum des Organes öffnen. Wanderzellen und Pigmentzellen sind, wie im Organ, zerstreut vertheilt. Unzweifelhaft besitzt der Fortsatz des Axialorganes Muskelfasern unterhalb des Epithels, das ihn aussen überzieht. Sie wurden von Prouho (557) zuerst beschrieben, von den Sarasins bei *Asthenosoma* nicht wiedergefunden, aber von Leipoldt bestätigt. Es sind glatte, längsverlaufende Muskelzellen, wie sie Hamann (290) in den Mesenterien beschrieben hat.

Anhangsweise sei das schwammige Gewebe erwähnt, das Prouho und P. und F. Sarasin in der Wandung des Fortsatzsinus bei *Dorocidaris* und *Asthenosoma* gefunden haben; es soll aus kleinen Bläschen bestehen, die zu einzelnen Lappen zusammentreten, und dem Bau einer Drüse ähneln.

Der Bau der Drüse der Spatangoiden ist nach den Untersuchungen von Prouho abweichend. Mit den Regulären zeigt sich jedoch darin eine Uebereinstimmung, dass nach Prouho (557) ein Fortsatz des Axialorganes in einen unterhalb der Madreporenplatte gelegenen Hohlraum, der dem Fortsatzsinus der Regulären entspricht, hineinreicht. Der Hohlraum des Axialorganes verengt sich und mündet in die Ampulle, welche in der Apophyse der Madreporenplatte liegt. Der Steincanal verläuft anfangs neben dem Hohlraum *c* des Axialorganes, um alsbald in ihn zu münden, wie Fig. 3 u. 8, Taf. XIII zeigen. Dieser aus der Verschmelzung hervorgegangene Canal verästelt sich im Axialorgan, um am aboralen Ende aus ihn auszutreten und neben der Lacune eine Strecke zu verlaufen, und dann zu obliteriren.

Die Angabe von Hamann, dass der Steincanal in die Lacunen des Organes münde, beruht auf einem Irrthum. Es handelt sich, wie Prouho richtig beobachtet hat, um einen Canal (canal annexe), der der sich verjüngende Hohlraum des Axialorganes ist. Die vom Lacunenring kommende Lacune verästelt sich in der Peripherie desselben und tritt an dessen Ende aus, um sich mit den Genitallacunen zu verbinden. Eine

Untersuchung des Axialorganes bei verschiedenen Irregulären ist nothwendig, da der Bau bei einzelnen Gattungen sehr abweicht.

d. Die Function des Axialorganes. Die Ansicht, dass wir im Axialorgan eine Niere zu sehen hätten, ist zuletzt von Kowalewsky*) und den Sarasins mit besonderem Nachdruck ausgesprochen worden. Sie deuteten das Gewebe als Drüsengewebe, indem sie die in den polygonalen Maschen liegenden Zellen als blasige Zellen beschrieben, wie sie bei wirbellosen Thieren in den als Nieren bezeichneten Organen auftreten. Sie lassen diese Zellen zu Drüsenlappen zusammentreten, von denen Trichtergänge ausgehen sollen, die auf der Oberfläche sich nach aussen mit Wimpertrichtern öffnen sollen. Den Hohlraum des Organes nennen sie Ureter; er soll mittels der Ampulle und des Madreporiten mit der Aussenwelt in Verbindung stehen und die Endproducte des Stoffwechsels aus dem Blute entfernen. Nach Prouho (557) und Cuénot (136) ist das Axialorgan eine Lymphdrüse. In ihm bilden sich die zelligen Elemente der Perivisceralflüssigkeit, des Wassergefässsystems und der Blutlacunen. Die Furchen und Einfaltungen an der Oberfläche des Organes, die die Gestalt kleiner blind endender Canälchen annehmen, sollen nach Prouho und Cuénot den amöboiden Zellen zum Durchtritt dienen.

Möglicherweise dient auch das Organ der Excretion, wie Prouho und Hamann vermuthen. Die Pigmenthaufen entstehen nach ihnen aus den Wanderzellen mit ihren lichtbrechenden Körnern durch Aufnahme der für den Stoffwechsel schädlichen Stoffe aus den Geweben, eine Ansicht, der auch Leipoldt zuneigt. Damit würde aber das Organ als Ablagerungsort für die Excretionsproducte anzusehen sein. Nach Cuénot soll das Organ eine eigene Respiration durch seine Lage und Verbindung mit dem Steincanal besitzen, indem an der Stelle, wo derselbe mit dem Hohlraum des Organes in Verbindung steht, ein Austausch der Flüssigkeiten durch Diffusionsströmungen entstehe. Möglicherweise werden, wie Leipoldt vorsichtig sich äussert, durch Osmose Wasser und leichtlösliche Salze ausgeschieden. Endlich sei noch erwähnt, dass Cuénot darauf hinweist, dass das Axialorgan vielleicht dazu diene, bei der vollständigen Entleerung des Darmes oder der Entleerung der Geschlechtsproducte das Gleichgewicht im Innern des Körpers zu reguliren.

X. Die Flüssigkeit des Enterocöls, Hydrocöls und der Blutlacunen mit ihren Zellen.

In der Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle, das Wassergefässsystem und die Blutlacunen anfüllt, treten Zellen auf, die frühzeitig die Aufmerksamkeit der Forscher, von Valentin, Williams an, bis auf Geddes, Hoffmann, Hamann, Prouho, Cuénot und Théel, er-

*) Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biolog. Centralblatt. Bd. 9, 1890.

regten. Besonders Geddes und den beiden französischen Forschern verdanken wir wichtige Aufschlüsse. Geddes (239) beschreibt zuerst die einzelnen Zellarten in vorzüglicher Weise.

Die Flüssigkeit der Leibeshöhle ähnelt der Inhaltsflüssigkeit der Blutlacunen und der Ambulacralflüssigkeit. Im Leben ist die Flüssigkeit trübe, bei *Dorocidaris* röthlich. Die Flüssigkeit in der Leibeshöhle besteht wie die des Wassergefässsystems aus Meerwasser, dem 0,5 bis 2 Proc. gelöste Eiweisskörper (Williams) beigemischt sind. Die Blutflüssigkeit unterscheidet sich von ihnen dadurch, dass in ihr mehr Eiweissstoffe gelöst sind. Sie gerinnt daher leichter und ist auf Querschnitten durch die Lacunen als fein granulirte, sich schwach färbende Substanz nachweisbar. In ihr flottiren Zellen, die mit jenen Zellen übereinstimmen, wie sie in den verschiedenen Geweben angetroffen werden. Man kann verschiedene Arten von solchen Zellen unterscheiden. An Zahl überwiegen die weissen, farblosen amöboid beweglichen Zellen mit langen Pseudopodien. Ein runder Zellkern liegt in der farblosen, fein granulirten Zellsubstanz. Durch die langen, nach allen Seiten ausgestreckten Pseudopodien können sich die Zellen mit einander vereinigen, wie es besonders Théel (639) geschildert hat. Sie bilden dann Plasmodien und Netze. Diese Vereinigung soll überall da in der Leibeshöhle eintreten, wo sie der Wirkung der Wimpern des Entercölepithels entzogen sind. Neben Zellen mit langen Pseudopodien trifft man solche von mehr abgerundeter Gestalt mit eingezogenen oder kurzen Pseudopodien. Cuénot nennt diese Zellen amibocytes (Fig. 5b, Taf. X).

Eine zweite Zellform sind die farblosen amöboiden Zellen mit kurzen und plumpen Pseudopodien. Sie sind von runden, stark lichtbrechenden, kugeligen Körnern erfüllt, die dicht gedrängt die Zellsubstanz erfüllen. Diese Zellen werden entweder als Wanderzellen von Hamann, als globules amoeboïdes mûriformes von Cuénot und von Prouho beschrieben. Sie sind weit grösser als die der ersten Art. Ihre Gestalt ist bald eiförmig, bald mehr kugelig. Die Inhaltskörper bräunen sich nach Behandlung mit Osmiumsäure schwach, nehmen aber Anilinfarben begierig auf. Ein kleiner Kern liegt zwischen den Körnern, die Cuénot als aus einer matière albuminoïde bestehend ansieht. Neben diesen Wanderzellen mit grossen Körnern (Fig. 5 *c*, Taf. X) erwähnt Prouho solche mit sehr kleinen Körnern, die wohl der vorigen Art zuzuzählen sind.

Eine dritte Art von amöboid beweglichen Zellen sind die braunen Zellen, von Prouho globules amoeboïdes colorés en brun-acajou genannt. Sie schliessen Granulationen von sehr geringer Grösse ein. Mit Osmium behandelt färbt sich der Inhalt schwarz; der Zellkern tritt dann als farbloser Fleck hervor. Die Fortsätze dieser Zellen sind stumpf. Nach Mac Munn (43) und Cuénot besteht der Inhalt dieser braunen Zellen, das Echinochrom, aus Fett. Diese Zellart soll nach Cuénot *Echinocyamus pusillus* fehlen.

Eine vierte Zellart sind die von Prouho (557) und Cuénot (135)

beschriebenen kugeligen Zellen mit langer beweglicher Geissel. Ersterer nennt sie globules sphériques ciliés, letzterer globules à long flagellum. Diese Spermatozoen ähnelnden Zellen besitzen einen kugeligen, den Kern tragenden Kopf mit einer langen Geissel, die fortwährend in Bewegung ist und die Perivisceralflüssigkeit in Bewegung erhalten soll. Sie sind wohl identisch mit den zuerst von Geddes (239) und Hoffmann (300) beschriebenen, als Spermatozoen gedeuteten Gebilden. Mit Ausnahme der zuletzt beschriebenen Zellart treffen wir alle diese Zellarten in den verschiedenen Organen an. Besonders sind es die Bindesubstanzschichten, in denen sie, sei es in der Körperwand, in den Mesenterien, der Wandung des Darmes, der Geschlechtsorgane, des Axialorganes u. s. w., sich mit Hilfe ihrer Pseudopodien bewegen. Ausser diesen Zellen findet man in den Geweben, wie in der Flüssigkeit der Leibeshöhle, Haufen von braunen oder gelben Pigmentkörnern und cubische Krystalle (Geddes).

Nach Cuénot's Hypothese sollen die Amöbocyten Reservestoffe in ihrer Zellsubstanz aufspeichern, die sie nach allen Geweben im Körper verbreiten. Die Wanderzellen deutet er als Reserveorgane, die in ihren Körnchen eine albuminoide Substanz führen, ebenso wie die braunen Zellen. Bei hinreichender Ernährung bilden die Amöbocyten in Ueberfluss entweder die farblosen Körnchen oder die braunen Granulationen, um zur Erhaltung des Thieres im Bedürfnissfall verbraucht zu werden.

XI. Die Schizocölräume (Hyponeuralcanäle).

Wie bei der Schilderung der radiären Nervenstämme ausgeführt wurde, werden diese in ihrer ganzen Länge von zwei Canälen begleitet, von denen der innere, der Leibeshöhle zugekehrte, als Hyponeuralcanal, der äussere, der Körperwand zugekehrte, als Epineuralcanal bezeichnet wird. Fig. 1, Taf. X zeigt diese quer durchschnitten. Der innere Canal wird auch Pseudohämalraum genannt und ist als ein Spaltraum in der Bindesubstanz aufzufassen. Am Schlundring, da, wo der radiäre Nervenstamm in diesen eintritt, obliterirt jeder der fünf radiären Hyponeuralcanäle, sodass es nicht zur Bildung eines Ringcanales kommen kann. Es sind somit die fünf Schizocölräume von einander getrennt und communiciren nicht mit einander (Prouho, Cuénot, Hamann). Bei den Spatangoiden enden die fünf Räume ebenfalls blind. Sie werden von der Wand des periösophagalen Hohlraums begrenzt (Prouho, Cuénot).

XII. Die Geschlechtsorgane.

Bei der Schilderung des Skeletsystems sind bereits die Mündungsporen der Geschlechtsdrüsen besprochen worden, die zumeist bei den Regulären in der Fünfzahl im Umkreis des Apicalpoles auf den Genital- oder Basalplatten liegen, sie durchbohrend. Die Poren führen in die

fünf Geschlechtsschläuche oder Gonaden, die in den Interambulacren liegen und mit der inneren Fläche der Körperwand durch Mesenterien verbunden und im Cölom aufgehangen sind.

Diese im geschlechtsreifen Zustande einen grossen Theil der Leibeshöhle erfüllenden Geschlechtsorgane wurden von Tiedemann zuerst beschrieben. Valentin (667) erkannte bereits den Unterschied der Eier oder Sperma producirenden Organe. Ovarien und Hoden sind meist von gleicher Gestalt und nur durch die Farbe unterscheidbar. So sind die Ovarien bei *Strongylocentrotus lividus* gelb oder orange, von dem Eidotter herrührend, die Hoden rosa oder weisslich gefärbt, was durch die milchige, trübe Samenflüssigkeit bedingt ist. Bei vielen Arten ist ihre Farbe aber die gleiche (Koehler). Bei *Psammechinus* sind die Hodenschläuche kleiner als die Ovarien (Koehler).

Eine Beschreibung des Baues gaben Hoffmann (310), Koehler (347), Hamann (290), Prouho (557), Cuénot (136). Einzelne Beobachtungen sind zerstreut in den Abhandlungen von Koelliker*), Peters (531), Selenka (604).

1. Makroskopischer Bau. Jede Genitaldrüse besteht aus einem Ausführgang, der durch einen Porus nach aussen mündet. Der Ausführcanal führt in ein traubiges, ei-bis lancettförmiges Organ, das der Länge nach meist zweitheilig gestaltet ist.

Zur Zeit der Reife füllen diese fünf Genitaltrauben die Interambulacralzonen in ganzer Ausdehnung bis an die Ambulacralampullen aus. Mit Hilfe eines Mesenteriums sind sie in den Interambulacren aufgehangen, indem dieses ihre äussere Wand mit der Schalenwand verbindet. Das Mesenterium inserirt an einer Längsverdickung der Interambulacralfelder. Ausser diesem Mesenterium sind zahlreiche bindegewebige Stränge vorhanden, die die einzelnen Verzweigungen an der Körperwand anheften. Die fünf Organe sind nicht gleich gross. Das fünfte hintere, des Interradius 5, ist stets kleiner als die übrigen vier. Jede Genitaldrüse zerfällt, dem in ihrer Mitte verlaufenden Sammelcanal entsprechend, in jederseits baumförmig verästelte Blindsäcke, die eine kugelige Gestalt zeigen. Die Ausbildung der Organe bei den einzelnen Arten ist verschieden; so sind sie nach Koehler (347) bei *Dorocidaris*, *Arbacia* und *Strongylocentrotus* zu jeder Zeit strotzend und bedecken die Interambulacren, während sie bei *Echinus* auf den oberen Theil der Schale beschränkt sind und nur bis zur Mitte der Interambulacralfelder sich ausdehnen.

Bei den Irregulären beträgt die Anzahl der Geschlechtsschläuche höchstens vier. Der hintere ist ausgefallen; an seiner Stelle beansprucht

*) Koelliker, A., Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. 3 Taf. Berlin 1841.

das Rectum den Platz. Bei den Arten mit vier Genitalschläuchen ist das vordere Paar weniger kräftig ausgebildet. (*Echinocardium*, *Brissopsis*, *Spatangus*.) Bei *Schizaster* sind nur die beiden hinteren Gonaden ausgebildet (Koehler), bei *Cystechinus* nach A. Agassiz sind drei Gonaden vorhanden, das vordere Paar fehlt.

Die fünf Ausführgänge der Geschlechtsdrüsen sind unter einander verbunden durch die Wandung, welche den genitalen, apicalen Ringsinus, einen von der Leibeshöhle abgeschlossenen Theil derselben begrenzt. In der Wandung dieses Ringsinus verzweigt sich der apicale Blutlacunenring, wie Fig. 5, Taf. XII zeigt. Von ihm aus treten Lacunen in die Wandung des Ausführganges ein (Fig. 7, Taf. IX), da die Gewebe der Sinuswandung in die der Ausführgänge übergehen.

Bei vielen Gattungen sitzt dem Porus der Genitalplatte eine lange Papille auf, durch die die Entleerung der reifen Geschlechtsproducte nach aussen erfolgt. Sie wurde von Prouho (557) bei *Echinus acutus* und *Dorocidaris papillata*, von Hamann (290) bei weiblichen und männlichen *Echinocardium*, weiter bei *Echinocyamus pusillus* und *Echinodiscus biforis* von Cuénot (136) beobachtet. Die Geschlechtspapille von *Echinocardium* ist ein 5 mm langes, kegelförmiges, an der Spitze durchbohrtes Gebilde, bei *Dorocidaris* ist sie 10 mm lang. Das Innenepithel des Ausführganges besteht aus niedrigen Zellen; es setzt sich fort in das ungemein hohe, aus Cylinderzellen bestehende Wimperepithel des Hohlraums der Papille. Die Entleerung der Geschlechtsproducte erfolgt durch die Musculatur des Ausführganges. In der Genitalpapille fehlen die Muskelfasern. Die Fortbewegung geschieht in ihr ausschliesslich durch die Wimpern, also allmählich. Die Wandung der Genitalpapille besitzt eine mehr oder minder dünne Bindesubstanzschicht, der aussen das Körperepithel, die Epidermis, mit ihren Nervenzügen aufliegt, die an der Basis der Papille besonders verdickt ist. Die weiblichen Genitalpapillen sind gedrungener gebaut als die männlichen.

Paarige Ausführcanäle oder gar dreifache sind von Janet und Cuénot (325) beschrieben worden. Sie treten in allen jenen Fällen auf, wo die Basalplatten von mehr als einem Porus durchsetzt werden.

Die Genitalporen liegen nicht bei allen Gattungen auf den Basalplatten, worauf bereits p. 1046 unter Anführung einzelner Beispiele hingewiesen wurde. Bei *Asthenosoma urens* und *Grubei* liegen sie nach F. und P. Sarasin (590) aussen von den Basalplatten, wie es wahrscheinlich auch für andere Echinothuriden die Regel ist, während sie bei *Asthenosoma varium* die Platten durchbohren. Bei *Goniocidaris canaliculata* durchbohrt nach Studer (630) der Porus beim Weibchen nicht die Basalplatte, sondern liegt in einer Lücke zwischen ihr und den beiden ersten Interambulacralplatten, die von einer Membran ausgefüllt wird. Dasselbe gilt nach A. Agassiz für *Porocidaris purpurata*.

Die Seeigel sind getrenntgeschlechtlich, wie Peters (531)

zuerst für *Echinus* fand. Hermaphroditismus ist bisher nur bei *Sphaerechinus granularis* von Viguier (678a) beobachtet worden.

2. Mikroskopischer Theil. Den histologischen Bau der Wandung haben Hoffmann (310) und Koehler (347) geschildert. Ersterer fand in den Blindsäckchen drei Schichten, zu äusserst eine feine, homogene Haut, eine aus transversalen Muskelfasern bestehende Schicht und zu innerst eine äusserst zarte homogene Haut. Nur im gemeinschaftlichen Ausführgang fand er innen ein Flimmerepithel. Ausserdem werden sie vom Cölomepithel überzogen. Die Innenfläche ist in den Eisäckchen von den wie ein Epithel angeordneten unreifen Eiern bedeckt. Koehler unterscheidet das äussere Wimperepithel, die Bindesubstanzschicht, die oft aus transversalen und longitudinalen Faserschichten sich zusammensetzt (*Spatangus purpureus*), eine Ringmuskellage und zu innerst die Epithelzellen, die sich zu den Eizellen entwickeln. In der Bindesubstanzschicht trifft man die Blutflüssigkeit in Capillaren an. Die Hodenschläuche sind in derselben Weise gebaut. Hamann fand im Keimepithel eines *Echinus* von circa 2 cm Durchmesser folgendes: Neben bereits deutlich hervortretenden Eizellen lagen streckenweise oft gehäuft die Epithelzellen von verschiedenster Grösse. Der Kern wird zum Keimbläschen, das sich frühzeitig durch sein Lichtbrechungsvermögen auszeichnet. Da, wo eine Zelle durch ihr Wachsthum hervorragt, sieht man ihr die benachbarten Zellen anhaften wie ein Follikelepithel. Die Zellen sind aber bald ohne jeden Zellenbelag.

3. Die Geschlechtsproducte und ihre Entstehung. Das Eierstockei wurde von Hoffmann (310) als rundlich-ovale Zelle beschrieben, die von einer Dotterhaut umgeben ist. In dem gelblich gefärbten granulirten Dotter liegt das Keimbläschen mit dem Keimfleck. Eine dicke Eiweissschicht umhüllt das Ei nach Leydig.*) Sie dient nach Hoffmann dazu, die einzelnen Eier unter einander zu verkitten. Durch O. Hertwig (305) ist das Ei von *Toxopneustes lividus* genau geschildert worden. Wir unterscheiden mit ihm das Eierstockei und das reife, befruchtungsfähige Ei.

Die aus dem Genitalschlauch isolirten, kugeligen Eier bestehen aus Dottermasse mit Keimbläschen und einer breiten Gallerthülle um dieselbe. Die Dottermasse ist eine homogene Eiweisssubstanz, der kleine runde, die Durchsichtigkeit des Eies wenig beeinträchtigende Dotterkügelchen und Körnchen eingelagert sind. Ausser denselben enthält sie eine geringe Menge eines feinkörnigen, röthlich-bräunlichen Pigmentes, das dem Ovarium und Eiern, wenn sie in grösserer Anzahl zusammenliegen, eine rosenrothe Färbung verleiht. Das Keimbläschen mit seinem Netzwerk von Fäden, das in der Mitte des Dotters liegt, misst 53 μ. Es besitzt eine doppelt conturirte Kernmembran, einen wasserhellen Inhalt und in ihm den Keimfleck von 13 μ Grösse. Er liegt meist der Peripherie des

*) Leydig, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1854, p. 319.

Keimbläschens genähert. Es besteht aus einer eiweissartigen Substanz von mattgrauem Glanz, in der kleinere Vacuolen auftreten können. Neben dem Keimbläschen beobachtete Hertwig noch zwei bis drei kleinere Kügelchen (Nebenkeimflecke). Das unreife Ei ist von einer Hülle umgeben, die aus einer zarten Gallerte besteht, die von zahlreichen feinen radiären Canälchen durchsetzt wird.

Das in den Oviduct übertretende reife Ei zeigt folgende Veränderungen. Das Keimbläschen ist spurlos verschwunden. An seiner Stelle liegt ein heller Fleck, der aus der dunklen, körnchenführenden Dottermasse hervorleuchtet, der Eikern. Zugleich liegen dem Ei oft noch die Richtungskörperchen aussen an, die bei der rückschreitenden Metamorphose des Keimbläschens ausgestossen worden sind. Die Membran des reifen Eies ist doppelt conturirt, derb und wird durch eine dünne, wasserklare Gallerte ausgefüllt. Nach aussen von ihr liegt eine dünne, durchsichtige Schleimschicht, die zuerst von Derbés (150) beschrieben wurde. Bei der Befruchtung haften die Spermatozoen in dieser Schleimhülle.

Nach den Beobachtungen von Andrews (34) besitzt die Eisubstanz die Fähigkeit, Pseudopodien auszustrecken, was auch Théel beobachtete. Théel (638) beschreibt das unreife Ei von *Echinocyamus pusillus* als eine 0,1 mm grosse Zelle (einschliesslich seiner schleimigen Hülle) mit fein granulirtem, gelbem Dotter und einer mehr transparenten, homogenen peripheren Schicht. Das bis 0,01 mm grosse Keimbläschen liegt excentrisch. Die unreifen Eier sind packetweise in den Genitalschläuchen gelagert und von einander nur getrennt durch die glasig helle Umhüllung. Das reife Ei ist etwas grösser und misst bis 0,16 mm im Durchmesser. Seine Hülle ist stärker geworden. Sein Dotter ist durchsichtiger geworden. Die periphere Schicht ist von einer feinen, doppelt conturirten Membran umhüllt. Die von Fewkes (207, 208) und Nachtrieb (503) in der umhüllenden Schicht der Eier von *Echinarachnius* und *Mellita* beschriebenen sphärischen oder runden pigmentirten Stellen fehlen den Eiern von *Echinocyamus*.

Die Spermazellen nehmen ihren Ursprung aus den Inhaltszellen der Hodenschläuche, den Urkeimzellen, wo sie in den kugeligen Endverzweigungen entstehen. Eine ausführliche Darstellung ihrer Entstehung und ihres Baues gab Field (214). Er unterscheidet am reifen Spermatozoid (Fig. 4, Taf. XIII) Kopf und Schwanz. Der Kopf besteht aus Kern *n*, Centrosom *c*, Mitosom *m* (Nebenkern) und Zellmembran. Der Kopf besitzt eine kegelförmige Gestalt und ist an seinem freien Ende spitz ausgezogen. Hier liegt das winzige, am lebenden Spermatozoid nicht erkennbare Centrosom. Das Mitosom oder der Nebenkern besitzt eine kugelige Gestalt. Aus ihm entspringt der feine Schwanz. Der Nucleus misst bei *Strongylocentrotus lividus* 4 μ, der Nebenkern 2 μ. Nach Boveri (100) liegt das Centrosom hingegen an der Basis des Kegels. Die Entstehung der Spermatozoen geschieht folgendermassen. In den

Genitalschläuchen liegen die runden Spermatogonien oder Urkeimzellen mit ihren grossen Kernen, in mehreren Schichten die Hohlräume auskleidend. Nach Field theilen sich diese Zellen und bilden die Spermatocyten *c* in Fig. 5, Taf. XIII. Diese kugeligen Zellen theilen sich wiederum in zwei Zellen, aus denen die Spermatozoen hervorgehen. Der Kern des Spermatozoons entsteht aus dem Kern der Bildungszelle, der Nebenkern aus Körnchen, die in der Zellsubstanz der Spermatocyten nachweisbar sind, während der lange Schwanz aus der Zellsubstanz seinen Ursprung nimmt.

C. Entwicklungsgeschichte.

I. Die Vorbereitungen zur Entwicklung.

1. Ablage der Eier und des Samens (Brutpflege).

Eier und Sperma werden in das umgebende Meerwasser entleert. Die Eier werden, wie wir sahen, nach der Reife, das heisst nach dem Ausstossen der Polkörperchen, durch die Genitalöffnungen entleert und müssen mit dem Sperma der männlichen Thiere im Wasser zusammentreffen, wo die Befruchtung erfolgt. Eine Begattung oder ein ihr ähnlicher Vorgang ist bisher nicht beobachtet worden.

Die Eier gelangen nach der Entleerung auf die Oberfläche der Schale, wo sie allmählich herabgleiten und sich rings um den Seeigel anhäufen, wie das Prouho (557) für *Dorocidaris* geschildert hat. Hier kommen sie mit den Spermatozoen, die sich rings im Wasser vertheilen, in Berührung.

Brutpflege. Bei einzelnen Gattungen gelangen die Eier nicht in das den Seeigel umgebende Wasser, sondern bleiben auf der Schale, um hier befruchtet zu werden und sich zu jungen Thieren zu entwickeln. Man spricht dann von einer Brutpflege, zumal besondere Räume (Marsupien, Sars) der Schalenoberfläche für die Eier ausgebildet sind. Al. Agassiz (9, 17), Grube (280, 281) und C. Wyville Thomson (641a)*) haben uns eine grössere Zahl von Echiniden mit Brutpflege aus der Südsee bekannt gegeben.

Thomson beschreibt die Brutpflege bei einer *Cidaris*, die er *Cidaris nutrix* nannte, folgendermassen. Die Eier sind grösser als die von *Cidaris papillata*, was für alle Seeigel mit Brutpflege zu gelten scheint, und gleiten nach ihrer Entleerung durch die Geschlechtsporen auf der Oberfläche der Schale bis nach dem Mund. Die kleinen, primären, spatelförmigen Stacheln, welche drei Reihen rund um das Peristom bilden, sind nach innen über den Mund gebogen, sodass sie eine Art offenes Zelt bilden, in denen die Eier sich ohne Metamorphose zu jungen Thieren entwickeln, an denen Platten und Stacheln erkennbar sind. Einzelne be-

*) C. Wyville Thomson, Notice of some Peculiarities in the Mode of Propagation of certain Echinoderms of the Southern Sea. 13 Frg. The Journ. of the Linnean Soc. Zoology. Vol. 13, 1878, p. 55—79.

sonders kräftige verlassen ihren Brutraum, indem sie sich mit ihren Primordialtentakeln auf den langen Stacheln des Mutterthieres bewegen, um alsbald wieder in ihr Marsupium zurückzukehren. Bei *Goniocidaris canaliculata* Ag. wird über der Afteröffnung durch die Stacheln eine Art Zelt gebildet, in das die Eier aus den Genitalporen direct hinein gelangen, und wo sie sich zu jungen Thieren entwickeln. Die ausgebildeten Jungen besassen einen Durchmesser von 1,5 mm bei einer Stachellänge von 5 mm. (Der Durchmesser des Mutterthieres betrug 2 cm.) Diese Art der Brutpflege findet sich bei mehreren Arten der Gattung *Cidaris*, wie *canaliculata*, *membranipora* u. a.

Bei den mit Petalodien versehenen Seeigeln dienen diese für die Eier zur Entwicklung. Sie sind dann vertieft und zu tiefen Furchen umgebildet. Bie *Hemiaster sp* aus der Accessible Bay, Kerguelens Land, fand Thomson die paarigen Petalodien zu Furchen umgewandelt. Ueber die Ränder der Furchen legen sich die benachbarten Stacheln hinweg, einen abgeschlossenen Raum bildend. In ihn gelangen die 1 Millimeter im Durchmesser grossen Eier, bei ihrem Austritt aus den Genitalporen, in Reihen angeordnet, von den über sie geneigten Stacheln festgehalten. Da bei dieser Art nur die Weibchen zu Furchen umgewandelte paarige Petalodien besitzen, so kann man von einem Geschlechtsdimorphismus sprechen.

Geschlechtsdimorphismus, das heisst Geschlechtsunterschiede der äusseren Gestalt oder bestimmter Körpertheile, ist noch bei folgenden Arten beobachtet worden. Bei *Cidaris membranipora* unterscheiden sich die weiblichen Thiere von den männlichen durch ihre plattere Form. Das Abactinalfeld, bis zur Mitte vertieft, ist ausgedehnter bei den Weibchen, während die Männchen eine höhere Schale zeigen und das Abactinalfeld weniger ausgedehnt und in der Mitte erhaben ist. Die grösste Differenz zeigen die Genitalplatten. Sie sind bei dieser Art klein und bilden mit den Basalplatten einen Kranz um das mit warzentragenden Täfelchen besetzte Afterfeld, das den excentrisch gelegenen After umgiebt.

Bei den Weibchen zeigt jede Platte einen tiefen, ovalen Ausschnitt, der sich bis in die Mitte der Platte erstreckt. In diesem Ausschnitt breitet sich eine elastische Membran aus, welche erst von dem Genitalporus durchbohrt wird. Durch diese Einrichtung soll nach Studer (630) der Austritt der grossen, bis 2 mm im Durchmesser haltenden Eier bedeutend erleichtert werden. Beim männlichen Geschlecht ist die Genitalplatte ganz und schliesst sich durch Sutur an die beiden ersten Interradialplatten. Der Genitalporus ist klein und durchbohrt die Platte nahe dem abactinalen Ende.

Bei *Goniocidaris canaliculata* findet sich ein verschiedenes Verhalten der Genitalplatten. Beim Weibchen sind sie stumpf dreieckig mit abgestumpfter actinaler Spitze. Der Geschlechtsporus durchbort die Platte nicht. Dafür zeigt sich zwischen der Genitalplatte und den beiden ersten Interambulacralplatten eine Lücke, die von einer Membran ausgefüllt

wird, die der Genitalporus durchbohrt. Beim Männchen ist die Genitalplatte mit den ersten Interambulacralplatten durch Sutur eng verbunden. Der Porus durchbohrt die abactinale Spitze der Genitalplatte.

Bei *Hemiaster cavernosus* ist der Dimorphismus nach Thomson und Studer besonders stark ausgeprägt. Die Schale des Weibchens erscheint stark gewölbt, die Höhe zur Breite wie 2 : 3. Das Interradialfeld des Biviums ist kielartig erhaben; die Ambulacralfurchen sind stark vertieft, bis 4 mm. Die drei Genitalöffnungen sind 1 mm weit. Die Stacheln, welche die Ambulacralfurchen begrenzen, sind länger als beim Männchen, stärker gebogen und von kräftigeren Warzen getragen. Die Schale des Männchens ist niedriger, die Höhe zur Breite wie 1 : 2, der Interradialraum des Biviums weniger erhaben. Die Ambulacralfurchen sind seicht, die Genitalöffnungen sehr klein.

2. Befruchtung.

Wie wir sahen, machen die frei im Ovarium liegenden Eier die Reifungerscheinungen, wie Bildung der Richtungskörper, durch, während bei den Seesternen diese erst nach der Eiablage sich bildeten. Die Befruchtung des im reifen Zustande entleerten Seeigeleies wird nach Selenka's (604) Beobachtungen am Ei von *Toxopneustes variegatus* nach der Vermischung mit den Spermatozoen nach wenigen Minuten vollzogen. Die Samenzellen bleiben mit ihren Köpfchen an der Oberfläche des die Eier umgebenden Gallertmantels hängen, die etwas rauh und wollig erscheint. Je nach der Zahl der das Ei umgebenden Spermatozoen drängen eins oder mehrere durch den Gallertmantel bis zum Dotter vor, indem sie sich mittels bohrender Bewegungen den Weg senkrecht bahnen. Nach Selenka soll das Spermatozoon häufig gerade in nächster Nähe des Dotterhügels, der Stelle, wo die Richtungskörper ausgetreten sind, eindringen, und zwar mit seiner Spitze. Sofort, nachdem dies geschehen ist, wird die Rindenschicht in ihrer ganzen Ausdehnung runzlig und es hebt sich in 1 bis 2 Minuten eine feine Membran von ihr ab, die den nachfolgenden Spermatozoen einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt. Wenn die Samenzelle sich mehr und mehr in den Dotter senkt, senkt sich auch das Plasma an dieser Stelle in das Ei, sodass ein grubenartige Vertiefung entsteht, in der noch nach längerer Zeit der Schwanz als feiner Faden hervorragt, wie ausser Selenka auch O. Hertwig (305) für das Ei von *Toxopneustes lividus* angegeben hat. Nachdem die Dotterhaut sich von dem Dotter abgehoben hat, verflüssigt sich der Gallertmantel vollständig und verschwindet. Bei den Eiern von *Echinocyamus pusillus* ist dies nach Théel (638) nicht der Fall. Der Gallertmantel bleibt vielmehr erhalten und umgiebt selbst noch die Blastula. Er ist nur sehr durchsichtig geworden. Das Spermatozoon dringt, wie beschrieben, durch selbstständige Bewegung in den Dotter ein, indem es mit dem heftig hin- und herschlagenden Köpfchen die Dotterkörnchen durcheinander

peitscht (Selenka). Ist es bis etwa ein Zwölftel oder ein Achtel des Eidurchmessers in gerader oder schräger Richtung vorgedrungen, so sistiren die Eigenbewegungen fast plötzlich und es bildet sich rings um den Kopf desselben die von Fol zuerst beobachtete radiäre Strahlung im Dotter. Er dringt jetzt bis zum Centrum des Eies vor, wo er liegen bleibt, bis der weibliche Eikern eintrifft. Nach Théel bildet sich an dem reifen, von einem Gallertmantel umgebenen Dotter nach dem Eindringen der Samenzelle von der Stelle des Eindringens eine plasmatische Dottermembran, die sich bald abhebt und vom Ei trennt. Der Raum zwischen Dottermembran und Dotteroberfläche wird von einem homogenen, durchsichtigen Plasma erfüllt, das von radiären Pseudopodien durchsetzt wird (Fig. 1, 2, Taf. XIV). Es ist hier nicht der Ort, ausführlich die Umbildung des Kopfes des Spermatozoons zum männlichen Vorkern und seiner Verschmelzung mit dem Eikern im Einzelnen zu schildern. Eikern und männlicher Vorkern verschmelzen mit einander und bilden einen neuen Kern, den ersten Furchungskern, der bei *Echinocyamus pusillus* sich zehn Minuten nach dem Beginn der Befruchtung gebildet hat.

II. Die Entwicklung der Larve.

1. Segmentation des Eies.

Die Furchung der Eizelle des Seeigels ist besonders von A. Agassiz (8), O. Hertwig (305), Metschnikoff (448), Selenka (604), Fewkes (208), Fleischmann (220), Nachtrieb (503), Korschelt (358), Prouho (557) und Théel (638) erforscht worden.

Die Furchung des Eies ist regulär. An den Eiern von *Strongylocentrotus lividus* ist bereits vor eingetretener Reife nach Selenka die Längsaxe der späteren Gastrula erkennbar, durch eine breite, durch spärlich eingelagerte Pigmentkörperchen hell-orange gefärbte Zone, die, wie die Entwicklung lehrt, rechtwinklig zur Eiaxe steht, das heisst zu jener Linie, welche vom Dotterhügel durch das Centrum des Eies gelegt werden kann. Man kann also eine pigmentfreie und eine pigmenthaltige Eihälfte unterscheiden; letztere enthält den vegetativen Pol. Nach Théel's Darstellung am Ei von *Echinocyamus pusillus* ist die erste Furchungsebene rechtwinklig zur Längsaxe der Gastrula gelegen, wie aus der Orientirung seiner Abbildungen hervorgeht, die zweite fällt mit der Eiaxe zusammen.

Nach der Darstellung aller Beobachter sind die ersten vier Blastomeren gleich gross. Nur Fleischmann giebt für die Blastomeren der irregulären Seeigel an, dass sie ungleich gross seien, während Fewkes und Nachtrieb feststellten, dass sie bei *Echinarachnius* und *Mellita* gleich gross wären.

Die erste Furchungsebene tritt auf, nachdem im Ei die Theilung des Kernes begonnen hat; sie dringt als Rinne am animalen Pol rascher vor.

Die beiden ersten Blastomeren sind nach der Abschnürung eiförmig und werden erst secundär durch gegenseitige Abplattung zu Halbkugeln. Vor der weiteren Theilung, die durch eine rechtwinkelig zur ersten gelegene Ebene erfolgt, die mit der Eiaxe zusammenfällt, runden sich nach Théel die Blastomeren wieder ab, und theilen sich hierauf. Es sind jetzt vier gleiche, kugelige Blastomeren entstanden, die wachsen und sich gegenseitig an den Berührungsstellen derartig berühren, dass sie eine kleine, centrale Höhlung einschliessen. Durch diese hindurch sind nach Théel feine Fasern von einer Blastomere zur anderen ausgespannt. Nun wiederholt sich dasselbe Spiel wie im Zweizellenstadium. Die vier Blastomeren trennen sich von einander und zerfallen durch eine äquatoriale Furchungsebene in acht gleiche (Théel) Zellen.

Die vier oberen Zellen schnüren zunächst gegen den animalen Pol vier kleine Zellen, Mikromeren, ab, aus denen wieder vier winzige Scheitelzellen sich abschnüren. Die vier grösseren Zellen zerfallen durch alternirende verticale und horizontale Furchungsebenen ganz regelmässig in je zwei Tochterzellen, bis endlich zwei, von je 16 Zellen gebildete Kränze entstanden sind; bei der Weiterfurchung scheiden aber einzelne Zellen aus dem Kreise der übrigen aus, um mit den Zellen benachbarter Zellenkreise in Verband zu treten, ein Vorgang, durch welchen die Anordnung der Zellen eine ganz unregelmässige wird. — Die vier Zellen der hinteren Hälfte theilen sich nach Selenka durch eine Verticalebene in acht, von denen die Hälfte den vegetativen Pol umstellen, während zwei Paare nach aussen gedrängt werden (Fig. 4, Taf. XIV, 16-Zellenstadium, Fig. 5 32-Zellenstadium).

Es ordnen sich weiter die dem Aequator zunächst gelegenen Zellen der hinteren Eihälfte in Kranzform, während die in der Nähe des vegetativen Poles gelegenen mehr oder oder weniger unregelmässig gelagert sind. Nachdem die Gesammtzahl der Blastomeren auf 108 gestiegen ist, lässt sich die Art der Weiterfurchung nicht mehr verfolgen. Die abgefurchte Blastula besteht bei *Strongylocentrotus lividus* nach Selenka aus ungefähr 300 Zellen. Die Wandung erscheint überall von gleicher Dicke. Die Längsaxe ist anfangs noch an der geringeren Grösse der vier Scheitelzellen erkennbar, bis auch diese Grössendifferenz verschwindet. Als einziges Merkmal der polaren Differenz bleibt nur die orangefarbene Zone übrig und die etwas grössere Breite der gegen den vegetativen Pol hin gelegenen Blastodermzellen.

2. Das Blastulastadium.

Bei *Strongylocentrotus lividus* besteht die kugelige Blastulawand, das Ektoderm, bis auf die etwas breiteren Zellen am vegetativen Pol, aus gleich grossen Zellen, die die Furchungshöhle begrenzen. Diese wird von einer klaren, homogenen Substanz erfüllt, dem Gallertkern

Hensen's. Er ist nach Selenka aus der während der Befruchtung abgesonderten peripherischen hellen Dottermasse herzuleiten, die theilweise in die Furchungshöhle gelangt, theilweise aber äusserlich liegen bleibt. Nach Théel ist dieser Gallertkern von den Blastomeren ausgeschieden worden. Die Zellen der Blastula, das Ektoderm, von *Echinocyamus* zeigen (Fig. 6, Taf. XIV) eine annähernd cylindrische Form und sind an den gegenseitigen Berührungsstellen abgeplattet. Die Aussenfläche der Zellen ist convex, die Innenfläche unregelmässig gewölbt. Die Zellen sind in Theilung begriffen. Die Blastula ist noch von der Dotterhaut umschlossen. Sobald die Zellen an ihrer convexen Oberfläche je eine Wimper gebildet haben, beginnt die Blastula zu rotiren, anfangs gering, bald aber immer stärker, und zwar in dem Raum innerhalb der Dotterhaut. In kurzer Zeit durchbricht sie aber die Dotterhaut, wird frei und beginnt im Wasser zu schwimmen (Fig. 7, Taf. XIV).

Am vegetativen Pol wachsen jetzt die Zellen in die Länge, sodass die Gestalt der Blastula eiförmig wird. In diesem Stadium beginnt bei *Echinocyamus* die Bildung des Mesenchyms.

Bei *Strongylocentrotus* zeigen nach Korschelt (358) die Zellen der kugeligen Blastula schon frühzeitig Verschiedenheiten. Die Zellen sind von verschiedener Grösse. Zwischen langen, cylindrischen Zellen trifft man kurze, gedrungene, die sich zur Theilung anschicken (Fig. 6, Taf. XIV). Oft findet man zwei solcher Zellen neben einander liegen. Es sind jene Stadien, wie sie Selenka vor sich hatte (s. unten). Die Blastula zeigt am vegetativen Pol bald nicht mehr eine Schicht von Zellen, sondern es haben sich die Zellen dieses Poles rascher vermehrt, sodass sie unregelmässig zu einander liegen. Dies ist der Beginn der

3. Bildung des Mesenchyms.

Die Bildung des Mesenchyms wird nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Metschnikoff, Korschelt, Théel damit eingeleitet, dass an dem verdickten vegetativen Pole die Zellen sich schneller vermehren, um schliesslich aus dem Zellverbande hinaus in die Furchungshöhle, das Blastocöl, gedrängt zu werden (Fig. 7, Taf. XIV). Man sieht zuerst an der unregelmässig gestalteten Stelle der Blastula einige kleine Höcker in die Höhle hineinragen, die umfangreicher werden und sich als besondere Zellen documentiren, die, in das Blastocöl hineingelangt, nur noch lose der Innenwand anliegen. Diese Auswanderung der Zellen setzt sich eine Weile fort, indem die zuerst ausgewanderten Zellen von den späteren weiter ins Innere gedrängt werden. Meist nehmen die Zellen in diesem Stadium eine ungleichmässige, sich der Kugelform nähernde Gestalt an, während andere auch auf dieser Stufe schon amöboid sind. Soweit die Darstellung Korschelt's. Nach diesem Forscher ist es wahrscheinlich, dass sich die Mesenchymzellen im Blastocöl vermehren. Nach dem Austritte der Zellen nehmen die Zellen des vegetativen Poles

wieder eine durchaus regelmässige Lage ein, sie sind streng einschichtig (*Strongylocentrotus* Korschelt), während nach der Darstellung von Metschnikoff eine Lücke am vegetativen Pol sich erhalten soll. Nach Korschelt bleiben die Wanderzellen (Mesenchymzellen) unregelmässig gelagert und sind nicht in zwei Längsstreifen angeordnet. Anders schildert Théel für *Echinocyamus* den Zusammenhang der Zellen. Er beobachtete, dass die Wanderzellen sich alsbald in zwei bilaterale Haufen anordnen, einer auf jeder Seite der Blastula (Fig. 7, Taf. XIV), und dass bereits zwanzig Stunden nach der Befruchtung das erste Kalkkörperchen entsteht. Mesodermstreifen, die jenen der Mollusken und Anneliden homolog wären, leugnet er bestimmt.

Nach den Angaben von Nachtrieb sind die Cilien der Zellen des animalen Poles der Blastula von *Melitta* länger als die der übrigen. Nach Selenka treten bei *Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Echinus microtuberculatus* die Zellen des animalen Poles durch ihre Verlängerung hervor. Er spricht deshalb von einer Scheitelplatte. Dasselbe beobachtete Théel bei *Echinocyamus* (Fig. 8, Taf. XIV). Er betrachtet diese Zellplatte mit ihren langen Zellen als ein larvales Sinnesorgan.

In einer von den soeben wiedergegebenen Beobachtungen abweichenden Weise sollte sich nach der Darstellung von Selenka (607) das Mesenchym bilden. Er lässt das Mesenchym aus zwei Urzellen entstehen, die sich durch ihre gedrungene Gestalt von den übrigen Zellen der Blastulawand auszeichnen. Diese Zellen sind am vegetativen Pol gelagert. Sie vermehren sich durch Theilung und bilden zwei Mesenchymzellenhaufen, die zu zwei Streifen, den Mesenchymstreifen, auswachsen. Diese Angaben wurden von Fewkes für *Echinarachnius* und von Fleischmann für die irregulären Seeigel bestätigt. Metschnikoff (450, 452) widersprach zuerst und zeigte, dass die Urmesenchymzellen nicht vorhanden sind und schilderte die Einwanderung, wie sie oben dargestellt wurde. Ebenso leugnete er die symmetrische Anordnung der Zellen. Die Urmesenchymzellen sind nichts anderes als Zellen, die sich getheilt haben und dadurch als kürzere, dicke Zellen zwischen den cylindrischen Zellen liegen. Dieser Erklärung wurde von Korschelt und Théel zugestimmt.

Nach Théel bilden sich Mesenchymzellen auch während des Gastrulastadiums durch Einwanderung.

4. Die Bildung der Gastrula.

Aus der Blastula entsteht durch Einstülpung der Zellwandung am vegetativen Pol, wie es A. Agassiz (8) bei *Strongylocentrotus* zuerst beobachtete, und seither bei anderen Gattungen durch Selenka u. A. bestätigt worden ist, die Gastrula. Es bildet sich zuerst eine flache Grube, die sich allmählich vertieft (Fig. 8, Taf. XIV) und in das Blastocöl hineinwächst. Die Höhlung selbst ist das Archenteron, der Urdarm.

seine Oeffnung der Blastoporus oder Urmund, seine Wandung das Entoderm. Bei *Echinocyamus* beginnt die Invagination 24 Stunden nach der Befruchtung und ist nach weiteren 12 Stunden vollendet. Zu gleicher Zeit ist die Larve in die Länge gewachsen (Fig. 9, Taf. XIV).

Bereits im Blastulastadium waren die ersten beiden Kalkkörperchen in Gestalt winziger Dreistrahler in der Bildung begriffen. Diese beiden kleinen Tetraeder wachsen (Fig. 8 und 9) und treiben gleichsam durch ihr Wachsthum auf beiden Seiten das Ektoderm vor sich her. So entstehen die ersten Anlagen der beiden postoralen Arme oder Fortsätze des künftigen *Echinopluteus*. Zur selben Zeit, als sich diese beiden Anlagen als Hervorragungen oder Ausbuchtungen des Ektoderms anlegen, wird die Rückenfläche mehr convex, die ventrale Oberfläche hingegen concav, und der Blastoporus wechselt seine Lage und kommt auf die Ventralfläche zu liegen (Fig. 5, Taf. XV), auf eine Hervorwölbung des Körpers, das Afterfeld. Die Gestalt der Gastrula ist bei den drei von Selenka beschriebenen regulären Arten mehr kugelig, bei *Arbacia pustulosa* und *Echinocardium cordatum* mehr länglich und kegelförmig, bei *Strongylocentrotus drocbachiensis* nach Agassiz mehr eiförmig (Fig. 3, Taf. XV).

5. Die Bildung der Kalkablagerungen.

Die Mesenchymzellen bilden sich zu zweierlei Zellarten um, zu Bindegewebszellen und skeletogenen Zellen und zu dem Ringmuskelbelag des Vorderdarmes (Selenka). Von ersteren, den Zellen der Bindesubstanz, soll hier allein die Rede sein. Von diesen Zellen lagert sich ein Theil der inneren Ektodermwand der jungen Larve an und wird später zur Cutis, wie zuerst Metschnikoff zeigte; ein anderer erzeugt die Kalkkörper der Larve und das postlarvale Skelet. Eine ausführliche Schilderung dieser Verhältnisse hat Théel für *Echinocyamus* gegeben, bei welcher Art die Bildung sehr früh beginnt. Bereits oben wurde gezeigt, dass die Mesenchymzellen in zwei lateral symmetrischen Haufen, der eine an der rechten, der andere an der linken Seite der Larve, sich sammelten. In diesen treten in den Zwischenräumen zwischen drei Mesenchymzellen Kalkkörper in Gestalt eines winzigen Tetraeders auf, die alsbald drei kurze Arme erhielten. Anfangs ist jedes Tetraeder, das zwischen dem Ektoderm und den Zellen liegt, noch von etwas Plasma umhüllt. In den skelettogenen Zellen ist nach Théel in ihrer Zellsubstanz ein klares, homogenes Ektoplasma von einem centralen, granulirten Endoplasma zu unterscheiden, welches ein oder mehrere Kalkgranula eingebettet erhällt. Das Tetraeder entsteht als Resultat der Activität der Zellen, welche Kalksalze in flüssigem Zustande in den gemeinsam verschmolzenen Pseudopodien des Ectoplasmas abscheiden, die das Kalkkörperchen anfangs noch umhüllen. Bei dem weiteren Wachsthum bildet die verschmolzene Pseudopodienmasse der Zellen die Grundsubstanz, in

der die Verkalkung Platz greift durch concentrische Auflagerung von Kalksalzen. Aehnlich hatte bereits Selenka (606) die Bildung der Kalkdreistrahler geschildert. Auch er lässt sie zwischen den Zellen entstehen, nicht aber innerhalb einer Zelle (Fig. 10—12, Taf. XIV).

III. Das Larvenstadium, Echinopluteus.

1. Die Bildung des Entero-Hydrocöls und des Larvendarms.

Sobald das erste Paar der postoralen Fortsätze am Vorderrand des Afterfeldes in der Entstehung begriffen ist (Fig. 9, Taf. XIV), kann man von dem ersten Stadium des *Echinopluteus* sprechen. Es ist weiter charakterisirt durch die beiden ersten Kalkstäbe. Am Ende dieses Stadiums beginnen die beiden präoralen Fortsätze sich zu entwickeln. Die Veränderungen, welche die Larve in diesem Stadium durchmacht, betreffen vor allem ihre Gestalt und den Urdarm.

Die äussere Gestalt zeigt an der ventralen Seite eine starke Krümmung; ihre Zellen haben sich, mit Ausnahme der des animalen Poles, abgeplattet. Die beiden Fortsätze sprossen, je einer auf jeder Seite, symmetrisch hervor. In ihnen liegt ein Kalkgitter, das von dem Kalk-Tetraeder aus sich entwickelt hat. 48 Stunden nach der Befruchtung hat die Larve die in Fig. 2, Taf. XV wiedergegebene Gestalt. Sie ist 0,2 mm lang. Die Wimperschnur lässt sich in der allgemeinen Wimperung der Oberfläche als circumorale, die auf die Fortsätze sich fortsetzt, erkennen.

Sobald der Urmund *a* seine Lage verändert hat, hat der Urdarm eine gebogene Gestalt angenommen (Fig. 5, Taf. XV). Es bilden sich jetzt an ihm drei einzelne Abschnitte aus, von denen der mit *oe* bezeichnete zum Oesophagus oder Schlund, der mit *M* bezeichnete zum Magen, der mit *d* bezeichnete zum Darm wird. Diese drei Abschnitte sind von einander durch Einschnürungen der Wandung markirt (Fig. 11, Taf. XV). Zu gleicher Zeit entsteht auf der Ventralseite unterhalb des animalen Poles eine grubenförmige Vertiefung *m* des Ektoderms, die Mundanlage. Am blinden Ende des Urdarmes sind folgende Veränderungen vor sich gegangen. Am ersten Abschnitt, der zum Schlund wird, haben sich rechts und links Auswüchse oder Aussackungen entwickelt, die Vasoperitonealblasen (Entero-Hydrocölblasen), welche sich als blind geschlossene Säcke über das Ende des Schlundes herabschlagen (Fig. 2, Taf. XV), um sich als eine einfache, zweihörnige Blase abzuschnüren, die alsbald in ihre beiden seitlichen Schenkel, als zwei getrennte Bläschen zerfällt. Diese Entero-Hydrocölblasen liegen rechts und links vom Schlund, wie Fig. 9 und 10 zeigen. Jetzt ist die Einstülpung des Ektoderms, die bereits erwähnt wurde, weiter vorgeschritten, sie hat das blinde Ende des Urdarms, das ventralwärts gebogen, erreicht und öffnet sich in dieses. So ist die Mundöffnung mit dem Munddarm der Larve ent-

standen. Die Mundöffnung wird, das sei bereits hervorgehoben, zum Mund des jungen Seeigels, während der Blastoporus als After persistirt. Die Beobachtungen von Agassiz, Metschnikoff, Selenka (606), Théel entsprechen sich bis hierher, während die weitere Entwicklung verschieden geschildert wird.

Das linke der beiden Entero-Hydrocölblasen verlängert sich nach dem Ectoderm zu und öffnet sich durch einen Porus nach aussen, den Wasserporus, der in der Mitte der Rückenfläche liegt (Rückenporus). Nach Mac Bride (423a) schnürt sich (*Echinus esculentus*) vom blinden Ende des Urdarms an drei Tage alten Larven eine einfache Blase ab, die am fünften Tage zweilappig geworden ist und in eine rechte und linke Hälfte zerfällt. Zur gleichen Zeit ist der Porencanal als ein rohrenförmiger Auswuchs von der linken Entero-Hydrocölblase entstanden, der nach aussen durchbricht.

2. Die Ausbildung und Gestalt der Larve (Nomenclatur).

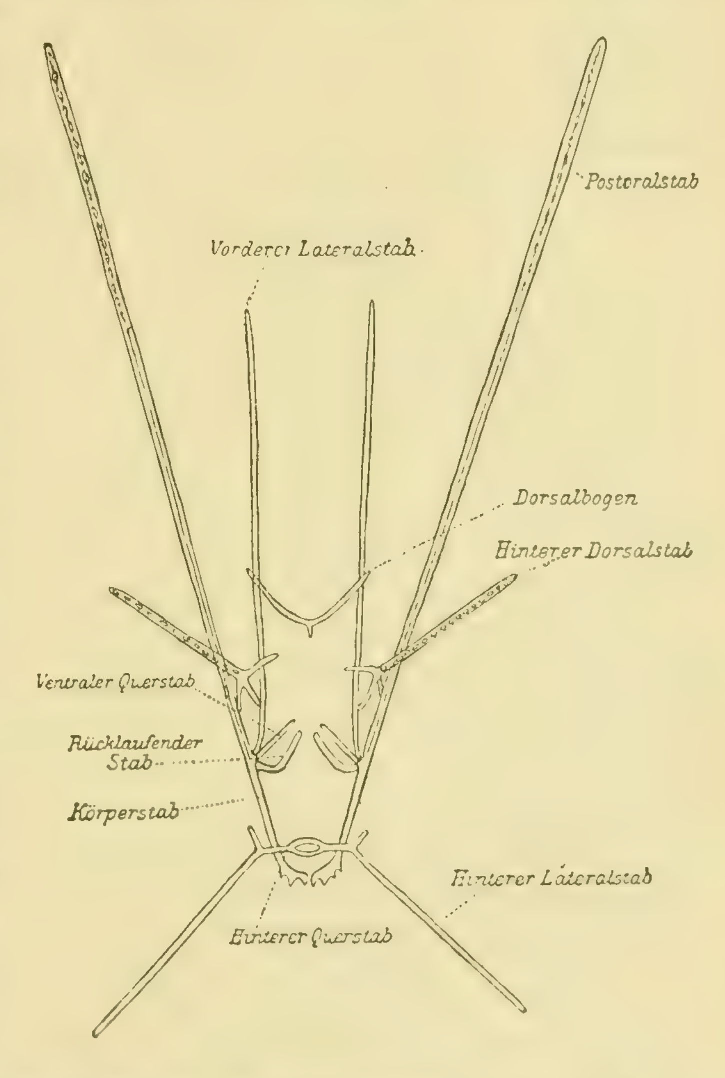
Die Larven der Ophiuren und Echiniden, *Ophiopluteus* und *Echinopluteus,* sind durch ihr aus langen Kalkstäben bestehendes Skelet von der *Auricularia* (Holothurien) und *Bipinnaria* leicht zu unterscheiden, da diese niemals ein Skelet, sondern höchstens zerstreute Kalkkörperchen besitzen. *Ophiopluteus* und *Echinopluteus* sind wiederum leicht auseinander zu halten, da das Skelet des ersteren aus zwei symmetrischen Hälften, das des letzteren aber aus wenigstens vier paarigen und einem unpaaren Theile besteht. Ihr Skelet kann also nicht homologisirt werden. Weiter sind beim *Ophiopluteus* die hinteren Lateralfortsätze immer am stärksten entwickelt und nach vorn gerichtet, während beim *Echinopluteus* entweder diese Fortsätze fehlen oder, falls sie vorhanden sind, schräg nach hinten oder gerade nach der Seite gerichtet sind.

Durch Mortensen (475) sind die bekannten Larven der Seeigel zum ersten Male zusammengestellt worden und nach dem Binominalprincip benannt worden, „da sie als selbstständige Thiere auftreten und als solche behandelt werden müssen, besonders da man von den meisten Larven gar nicht weiss, wozu sie gehören“. In der Nomenclatur der einzelnen Körpertheile folgen wir Mortensen, dessen Benennungen praktisch und für alle Larvenformen verwendbar sind. An Stelle der Bezeichnung „Arme“ spricht er von Fortsätzen.

Die Körperform des *Echinopluteus* ist meist von den Seiten zusammengedrückt. Der Anallobus kommt etwas nach vorn zu stehen; der Orallobus ist etwas verlängert, das Frontalfeld ist in der ganzen Breite deutlich. Wie Fig. 1, Taf. XV zeigt, sind besonders die Postoral- *poF* und hinteren Dorsalfortsätze *hD* stark ausgebildet, letztere aber erst bei älteren Larven. Die hinteren Lateralfortsätze *hL*, die bei den *Ophiopluteus* sehr gross und nach vorn gerichtet sind, fehlen, oder sind, wenn vorhanden, gerade nach aussen oder schräg nach hinten gerichtet; selten

sind sie sehr gross. Präoralfortsätze *prF* sind immer an erwachsenen Larven vorhanden (sie fehlen den *Ophiopluteus*).

Mit der Ausbildung der Wimperschnur auf den einzelnen Fortsätzen geht bei einigen Larven der Gattungen *Echinus*, *Strongylocentrotus* und *Sphaerechinus* die Bildung eigenthümlicher Wimperapparate, der sogenannten Epauletten, vor sich. Sie sollen nach Al. Agassiz (2) als Ausbuchtungen an der Wimperschnur sich bilden. Sie treten erst an älteren Larven auf. Bei *Echinopluteus coronatus* und *Echinopluteus Théelii* kommt nach Mortensen ausser den gewöhnlichen Epauletten an der Basis der Postoral- und hinteren Dorsalfortsätze noch ein Paar am Hinterende des Körpers vor, die zusammenwachsen können, sodass sie einen Ring um das Hinterende bilden. Bei *Echinopluteus Mülleri*, den Larven von *Dorocidaris papillata*, *Arbacia*, *Sphaerechinus*, *Spatangus purpureus* finden sich zwischen den Fortsätzen, besonders an der Basis der Postoral- und hinteren Dorsalfortsätze, Ausbreitungen der Körperhaut, die von der Wimperschnur umgeben sind. Sie werden bezeichnet als Zipfel, Wimpel oder Schirmlappen (Joh. Müller), auricles (Agassiz), epaulets (Colton und Garman), auricular appendages (Fewkes). Mortensen nennt sie Wimperlappen. An älteren Larven trifft man während der Entwicklung des jungen *Echinus* oft Pedicellarien an.



Das Skelet (nach Mortensen). Das Skelet der Larven besteht aus vier bilateral-symmetrisch geordneten Theilen und ausserdem aus 1—2 unpaaren Theilen. Jeder Theil entsteht aus seinem eigenen Verkalkungscentrum. Aus dem ersten Paare der Verkalkungscentren bildet sich der Postoralstab, der nach vorn gerichtet ist (die Stäbe werden nach den Fortsätzen, die sie stützen, genannt). Ein nach hinten ziehender Stab bildet den Körperstab, ein nach der Dorsalseite gerichteter, den vorderen Lateralstab. Dieser biegt sich nach vorn, sobald er die Dorsalseite erreicht hat. Weiter geht von demselben Centrum aus ein kurzer Stab, der auf der Ventralseite medianwärts läuft, der ventrale

Querstab. Vom vorderen Lateralstab entspringt, nahe der Umbiegung, ein meist nach hinten gerichteter rücklaufender Stab, der bis zum Hinterende des Körpers reichen kann, wo er dann durch einen Querbalken mit dem Hinterende des Körperstabes sich verbindet. Vom zweiten Paare Verkalkungscentren entstehen die hinteren Dorsalstäbe, die ohne Verbindung mit dem übrigen Skelet bleiben. Von der Basis des hinteren Dorsalstabes entspringen einige kleine Aeste, oder Sprossen. — Auf der Mitte der Dorsalseite, ungefähr auf der Höhe des Oesophagus, bildet sich ein unpaarer Skelettheil, der Dorsalbogen, dessen Enden sich nach vorn verlängern und die Präoralstäbe bilden. Wo vordere Dorsalfortsätze vorhanden sind, werden deren Stäbe immer als Seitenäste des Dorsalbogens gebildet. Von der Mitte des Bogens geht immer ein kleiner, unpaarerer Stab nach hinten. Endlich findet sich bei einigen Larven noch ein sechstes Verkalkungscentrum im Hinterende des Körpers. Aus ihm bildet sich der hintere Querstab, von dessen Enden der hintere Lateralstab hervorgeht, bei denjenigen Larven, die hintere Lateralfortsätze besitzen. Von der Mitte des hinteren Querstabes entspringt der unpaare Hinterstab der Spatangidenlarven. Bei vielen Larven kommen Gitterstäbe vor, aber nur in den Postoral- und hinteren Dorsalfortsätzen und im unpaaren Hinterfortsatz der Spatangidenlarven. Die Gitterstäbe setzen sich zusammen aus drei parallelen Kalkstäben, die durch Querbalken verbunden sind, sodass regelmässige Maschen zu Stande kommen. Nach Fewkes (207) bestehen die Gitterstäbe bei den Larven von *Arbacia punctulata* nur aus zwei parallelen Stäben (Fig. 5, Taf. XV).

Mortensen unterscheidet mehrere Skelettypen. Den einfachsten Typus findet er bei den *Echinus*- und *Strongylocentrotus*-Larven. Der Körperstab ist sehr verlängert, an der Spitze keulenförmig verdickt und mit Spitzen besetzt. Ein rücklaufender Stab kann vorhanden sein oder fehlt. Im ersteren Falle reicht er nicht bis zum Hinterende des Körpers. Gitterstäbe kommen nicht vor. Bei älteren Larven, im zweiten Larvenstadium, werden die langen Körperstäbe resorbirt, und das Hinterende der Larve wird kurz und abgerundet. Gleichzeitig treten Epauletten auf.

2. Typus. *Dorocidaris*- und *Arbacia*-Larven. Die Körperstäbe sind ausgebreitet und an der Spitze bei *Arbacia* verzweigt. Hinterer Querstab und hintere Lateralstäbe vorhanden. Rücklaufender Stab vorhanden, reicht aber nicht bis zum Hinterende des Körpers. Gitterstäbe vorhanden. Bei den älteren Larven werden die Körperstäbe vollständig resorbirt, ebenso der untere Theil der Postoral- und vorderen Lateralstäbe, sodass diese nicht mehr mit einander verbunden sind. Auf diese Weise wird der ganze dorsale Theil des Skelets vom ventralen Theil unabhängig, und die beiden Hapttheile des Skelets können gegen einander bewegt werden. Weiter bilden sich grosse Gitterplatten an den unteren Enden der Stäbe aus.

An diesen Typus schliesst sich die *Sphaerechinus*-Larve im späteren Stadium an.

Im ersten Stadium bildet ihr Skelet einen Kalkrahmen im Hinterende des Körpers wie beim folgenden Typus. Der Rahmen wird dann resorbirt und es bildet sich ein hinterer Querstab.

3. Typus. *Echinocyamus*- und *Echinarachnius*-Larven und vielleicht alle *Clypeastriden*-Larven hierher gehörig. Der Körperstab ist nicht sehr lang und nicht an der Spitze verbreitert (Figur 2, Taf. XV). Rücklaufender Stab reicht bis zum Hinterende des Körpers und ist hier durch einen Querstab mit dem Körperstabe verbunden. Jederseits des Körpers wird somit ein viereckiger Kalkrahmen gebildet. Weiter geht vom Hinterende des Körperstabes und des rücklaufenden Stabes ein kleiner, medianwärts gerichteter Ast aus, der mit dem von der anderen Seite in der Medianlinie zusammenstösst, ohne zu verwachsen. Es wird somit auch im Hinterende des Körpers ein viereckiger Kalkrahmen gebildet, der in der dorsalen und ventralen Medianlinie offen bleibt. Hinterer Querstab fehlt. Gitterstäbe vorhanden.

4. Typus. *Spatangiden*-Larven. Sie sind ausgezeichnet durch den unpaaren, nach hinten gerichteten Hinterstab, der vom hinteren Querstab ausgeht. Ursprünglich ist die Basis dieses Stabes dreistrahlig; der eine Stab ist dorsalwärts gerichtet und bleibt unverändert, die zwei anderen verlängern sich nach den Seiten und von diesen entspringen die hinteren Lateralstäbe. Die Basis dieses Stabes ist homolog dem hinteren Querstabe der anderen Larventypen. Der rücklaufende Stab reicht bis zum Hinterende des Körpers und ist dort wie bei der *Echinocyamus*-Larve durch einen Querbalken mit dem Körperstabe verbunden, sodass ein viereckiger Kalkrahmen zu Stande gekommen ist. Dagegen ist im Hinterende meist kein deutlicher Rahmen gebildet, da Körperstab und rücklaufender Stab sich über den Querbalken hinaus verlängern und diese Verlängerung (besonders die des Körperstabes) nicht medianwärts gerichtet ist. Postoral-, hinterer Dorsal- und Hinterstab meistens gegittert. Das Larvenskelet wird bei dem Wachsthum der Larven theilweise verändert: der Rahmen wird resorbirt, während sich Gitterplatten am unteren Ende der Stäbe bilden. Ihre Körperform hingegen bleibt unverändert.

Diese vier Typen stimmen mit der natürlichen Verwandtschaft nach Mortensen überein.

Aus dem Vorhandensein von Wimperepauletten bei der *Sphaerechinus*-Larve und den *Echinus*-Larven schliesst man auf Verwandtschaft, als ob derartige Merkmale nicht getrennt zu verschiedenen Malen unabhängig von einander auftreten könnten.

Von den zur Zeit bekannten Larven lassen sich 16 auf bestimmte Arten zurückführen.

3. Beschreibung der Arten (nach Mortensen).

a. Unpaarer Hinterfortsatz nicht vorhanden.

a¹. Hinterer Lateralfortsatz, hinterer Querstab und Wimperlappen vorhanden.

* Hinterer Lateralfortsatz sehr klein, handhabenartig.

1. *Echinopluteus* von *Dorocidaris papillata* A. Ag.

Prouho (557), p. 134, Taf. XXIII—XXV.
Mortensen (475), p. 78.

Grösse (vom Hinterende bis zum Vorderrand des Frontalfeldes): 0,5 mm. Farbe: farblos, kleine, braune Pigmentflecke am Körper und an den Fortsätzen zerstreut, Magen gelblich. Februar-Juni. Fundort: bis jetzt noch nicht im Freien beobachtet.

2. *Echinopluteus Mülleri* Mort.

Joh. Müller (499), p. 9, Taf. V, Fig. 1—4.
Agassiz (8), p. 729, Fig. 6.
—— (20), Taf. XI, Fig. 11.
Mortensen (475), p. 79.

Ein Paar grosser Wimperlappen an der Basis der Postoralfortsätze, und auf der Dorsalseite an der Basis der hinteren Dorsalfortsätze, beide an der inneren Seite, ein drittes Paar weiter nach vorn an der Dorsalseite. Grösse: ca. 7 mm. Fundort: Messina. Herbst. Farbe nicht angegeben. Vielleicht die Larve einer *Diadema*.

3. *Echinopluteus* von *Sphaerechinus sp. 1.*
(*Echinus brevispinosus* Risso.)

Joh. Müller (486), Taf. VIII, Fig. 1—8.
—— (499), Taf. I, Fig. 1—2.
Krohn (367a), p. 139.
(367), p. 361, Taf. XI, Fig. 1—2.
—— (365), pag. 211.
Selenka (606), Taf. VI.
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 30.
Seeliger (601), Taf. VIII, Fig. 1—6; Taf. IX, Fig. 24—25.
Mortensen (475), p. 81—83.

Im ersten Stadium sind nur die Postoral- und vorderen Lateralfortsätze ausgebildet. Hintere Dorsal- und Präoralfortsätze treten am Schlusse dieses Stadiums, hinteren Lateralfortsätze breit, ohrförmig, im Anfange des zweiten Stadiums auf. Drei Paar Wimperlappen, vor den Postoralfortsätzen, an der Basis der hinteren Dorsalfortsätze und mitten zwischen diesen und den vorderen Lateralfortsätzen.

Die Wimperschnur und die Haut der durchsichtigen Larve hin und wieder mit rothen Puncten besetzt. Grösse: 1,3 mm. Fundort: Messina. Herbst.

4. *Echinopluteus* von *Sphaerechinus* sp. 2.

Joh. Müller (499), Taf. I, Fig. 3—6, 8.
Krohn (367), Taf. XI, Fig. 3—6.
Mortensen (475), p. 83—84.

Der vorigen Larve sehr ähnlich, nur das Skelet verschieden. Postoralstäbe im letzten Drittel ungegittert, sich plötzlich verdünnend, indem sie einfach walzig werden. Hintere Dorsalstäbe in der ganzen Länge einfach.

** Hinterer Lateralfortsatz lang und dünn, von der Gestalt der übrigen Fortsätze.

5. *Echinopluteus* von *Arbacia pustulosa* Gray.
(*Echinocidaris aequituberculata*).

Busch (108a), p. 88, Taf. XIII, Fig. 7—11.
Krohn (367a), p. 140.
—— (365), p. 211.
Joh. Müller (499), Taf. II—IV.
Selenka (606), Taf. VII, Fig. 34—37.
Agassiz (20), Taf. IX, Fig. 20—23, 28—37.
Mortensen (475), p. 84—86.

Im ersten Stadium Postoral-, vordere und hintere Lateralfortsätze ausgebildet, hintere Dorsal- und Postoralfortsätze kommen eben zum Vorschein, vordere Dorsalfortsätze erst im zweiten Stadium. Wimperlappen in Gestalt von schmalen Bändern, ein ventrales Paar, das dorsale Paar erst im zweiten Stadium.

Grösse: 1,3 mm. Farbe: reichlich mit violetten Flecken besät. Postoral-, hintere Lateral- und hintere Dorsalfortsätze mit einem grösseren, dunkelvioletten Pigmentfleck an der Spitze. Fundort: Messina. Herbst.

6. *Echinopluteus* von *Arbacia punctulata* Gray.

Fewkes (207), Taf. I.
Colton u. Garman (129a), p. 247, Taf. XVII—XVIII.
Agassiz (8), p. 730, Fig. 66.
—— (20), Taf. IX, Fig. 38—45.
Brooks (107a), p. 99—139, Fig. 43—77.
Mortensen (475), p. 87—89.

Im ersten Stadium sind die Körperstäbe am Hinterende verwachsen und bilden eine grosse, unregelmässige, durchlöcherte Gitterplatte. Postoralstäbe im unteren Theile regelmässig gegittert, gegen die Spitze ungegittert.

Farbe: reichlich mit rothbraunen oder violetten Pigmentflecken, besonders an der Spitze der Postoral-, hinteren Lateral- und hinteren Dorsalfortsätze. Allmählich nimmt die Pigmentirung zu, sodass die älteren Larven fast undurchsichtig sind. Ostküste N.-Amerikas. Juni-August.

b′. Hinterer Lateralstab, hinterer Querstab und Wimperlappen fehlen.

aa. Körperstab und rücklaufender Stab nicht am Hinterende verbunden. Epauletten vorhanden (bei den älteren Larven).

Hierher gehören die *Strongylocentrotus*- und *Echinus*-Larven. Im ersten Stadium ist das Hinterende mehr oder weniger verlängert und zugespitzt, von den Körperstäben allein gestützt. Allmählich wird das Hinterende der Stäbe resorbirt. Das Hinterende des Körpers wird dadurch abgerundet, kurz. Im zweiten Stadium enden Körperstäbe und hintere Dorsalstäbe einfach, ohne Verdickungen oder Verästelungen. Wimperepauletten erscheinen am Ende des ersten Stadiums.

α. Hinterende der Körperstäbe keulenförmig verdickt.

7. *Echinopluteus* von *Strongylocentrotus lividus* Brandt. (*Echinus lividus.*)

Derbès (150).
Krohn (363, 364), p. 349.
Joh. Müller (486), Taf. VI, Fig. 7—14.
—— (499), Taf. VII, Fig. 1—3.
Metschnikoff (447a), p. 42, Taf. VII, Fig. 1—6.
Selenka (606), Taf. VII, Fig. 31—33.
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 12—18.
Mortensen (475), p. 89—90, Textfig. 10a, b.

Im ersten Stadium Hinterende des Körpers stark verlängert, zugespitzt. Die Fortsätze ziemlich kurz.

Grösse: 0,7 mm. Farbe: rothe Pigmentflecke zerstreut am Körper. Mittelmeer (Marseille, Nizza, Triest). Februar-October.

8. *Echinopluteus* von *Strongylocentrotus droebachiensis* A. Ag. (Müll.)

Agassiz (2), Fig. 1—18.
—— (8), p. 708f, Fig. 19—53.
—— (20), Taf. X, Fig. 1—35.
Mortensen (475), p. 90—92, Taf. VII, Fig. 3—4, Taf. VIII, Fig. 3—5.

Bau der Larve noch wenig bekannt.

Grösse: 0,4 mm. Ostküste von N.-Amerika. Limfjord. Rothbraune Pigmentflecke am Körper zerstreut.

β. Die Körperstäbe am Hinterende mehr oder weniger verlängert.

* Nur 4 Wimperepauletten, keine am Hinterende des Körpers.

9. *Echinopluteus* von *Echinus microtuberculatus* Blainv.
(*Echinus pulchellus* L. Agass.)

Joh. Müller (486), Taf. VI, Fig. 1—6.
Selenka (606), Taf. V.
Seeliger (601), Taf. VIII, Fig. 7—11; Taf. IX, Fig. 26, 27.
—— (603), Taf. XXIII.
Mortensen (475), p. 92.

Körperstäbe am Hinterende nach den Seiten verbreitert und ziemlich stark verzweigt. Das ganze Skelet scheint bedornt zu sein.

Grösse: ca. 0,5 mm. Rothe Pigmentflecke am Körper zerstreut. Triest, April—Juni.

10. *Echinopluteus* von *Echinus miliaris* Müll.

Mortensen (475), p. 93, Taf. VIII, Fig. 6—12.

Hinterende des Körpers im ersten Stadium verlängert, an der Spitze abgestumpft.

Grösse: 0,5 mm. Rothbraune Pigmentflecke am Körper und an den Fortsätzen zerstreut. Limfjord. Sommer.

11. *Echinopluteus* von *Echinus acutus* Lam.(?)

Joh. Müller (486), Taf. VII, Fig. 4—7.
Mortensen (475), p. 93—94.

Grösse: ca. 0,7 mm. Farbe? Triest. April.

12. *Echinopluteus* von *Echinus esculentus* L.(?)
Helgoländische Seeigellarve Müller.

Joh. Müller (482), Taf. IV, Fig. 3, Taf. V—VI.
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 29.
Mortensen (475), p. 94—95.

Hinterende des Körpers nicht sehr verlängert, an der Spitze abgerundet. Epauletten treten im ersten Stadium auf. Im zweiten Stadium Postoral- und hintere Dorsalfortsätze nur wenig mehr als halb so lang wie der Körper. Vordere Lateral- und Präoralfortsätze noch kürzer. Pedicellarien sessil.

Farbe: schwefelgelb gefleckt und braun gesprenkelt. Unter den Wimperepauletten liegt eine dicke Masse schwefelgelben Pigmentes. Keine grossen Pigmentflecke an den Spitzen der Fortsätze.

Grösse: ca. 1 mm. Helgoland. Herbst.

13. *Echinopluteus* von *Echinus melo* Lam.(?)

Joh. Müller (492), Taf. VIII, Fig. 1—2.
Mortensen (475), p. 96.

Im zweiten Stadium Fortsätze sehr kurz. Postoral- und hintere Dorsalfortsätze kaum mehr als halb so lang wie der Körper, vordere Lateral- und Präoralfortsätze kaum $^1/_4$ so lang. Pedicellarien sessil. Alle Stäbe einfach, bedornt.

Grösse: 0,9 mm. Farbe: in den Epauletten und an der Spitze jedes Fortsatzes Haufen schwefelgelben Pigmentes. Wimperschnur mit rothen Pigmentflecken. Triest.

* Ausser den gewöhnlichen Epauletten noch ein Paar am Hinterende des Körpers.

14. *Echinopluteus coronatus* Mort.

Mortensen (475), p. 96, Taf. IX, Fig. 1.

Im zweiten Stadium ziemlich lange und dünne Fortsätze, dicht beisammen, beinahe parallel. Epauletten breit, scheinbar ziemlich stark gegebuchtet. Das Paar am Hinterende sehr breit; können fast zusammenwachsen, sodass sie einen Ring um das Hinterende des Körpers bilden. Alle Stäbe glatt. Erstes Stadium unbekannt.

Länge: 1 mm. Farbe unbekannt. Kattegat bei Anholt und Läsö. April—Mai.

15. *Echinopluteus Théelii* Mort.

Mortensen (475), p. 97, Taf. IX, Fig. 2.

Fortsätze ungefähr gleich lang, halb so lang wie der Körper. Pedicellarien sessil. Epauletten sehr breit, gerade. Das hintere Paar stösst nicht zusammen.

Grösse: 1,5 mm. Kattegat (bei Kristineberg). Juli.

bb. Körperstab und rücklaufender Stab am Hinterende des Körpers verbunden. Epauletten fehlen.

Hierher die Clypeastriden-Larven.

16. *Echinopluteus* von *Echinocyamus pusillus* Gray.

Joh. Müller (482), Taf. VII.
— (486), Taf. VIII, Fig. 9.
— (492), Taf. VIII, Fig. 3—6.
— (499), Taf. VIII.
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 21—27.
Théel (638), p. 39—47, Taf. V—VI.
Mortensen (475), p. 98—100, Taf. IX, Fig. 3—4, Textfig. 12.

Copien der Larve auf Taf. XV. Grösse: 0,5—0,8 mm. Farbe: grün und schwärzlich gesprenkelt. Oeresund, Kattegat, Limfjord, Helgoland, Marseille, Nizza, Triest. Juni—September.

17. *Echinopluteus* von *Echinarachnius parma* Gray.

Agassiz (8), p. 727, Fig. 65.
—— (20), Taf. XI, Fig. 28.
Fewkes (208), p. 120, Taf. II—VIII.
Mortensen (475), p. 101—102.

Körper am Hinterende rund, kuppelförmig. Fortsätze ragen alle gleich hoch empor, divergiren wenig. Vordere Dorsalfortsätze fehlen. Postoral- und hintere Dorsalstäbe gegittert. Ein unregelmässiges Kalknetz wird im Hinterende des Körpers gebildet durch die Verzweigung des Körperstabes und des rücklaufenden Stabes. Grösse: 0,8 mm.

Farbe: ein sehr hervortretender dunkelrother Pigmentfleck ein wenig unter der Spitze der Fortsätze, doch meist nicht an den Postoralfortsätzen. Kleinere Flecke am Körper und am übrigen Theil der Fortsätze. Bei jungen Larven orange und gelbe Flecken. Ostküste N.-Amerikas. Juli-September.

b. Unpaarer Hinterfortsatz vorhanden.

Hierher die Spatangidenlarven. Epauletten fehlen. Erstes und zweites Stadium. Im ersten Stadium Körperstab und rücklaufender Stab im Hinterende des Körpers durch einen Querbalken verbunden, sodass ein viereckiger Kalkrahmen an jeder Seite gebildet wird. Im zweiten Stadium ist der Rahmen resorbirt.

18. *Echinopluteus* von *Echinocardium cordatum* Gray.

Joh. Müller (482), Taf. III (?).
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 7, 8.
Fleischmann (220).
Mortensen (475), p. 102—103, Taf. IX, Fig. 5—11.

Körperform einfach, Wimperschnur bildet keine besonderen Faltungen. Fortsätze sehr lang. Postoral- und Dorsalfortsätze wenigstens zweimal so lang als der Körper. Hintere Lateralfortsätze gerade nach der Seite gerichtet.

Länge: 0,6 mm. Alle Fortsätze mit einer hervortretenden Ansammlung rothen Pigmentes an der Spitze. Der übrige Theil derselben und des Körpers mit zerstreuten rothen und gelben Pigmentflecken. Fundort: Limfjord, Kattegat. Juni-September.

19. *Echinopluteus fusus* Mort.

Joh. Müller (499), Taf. V, Fig. 5, 6; Taf. VI, Fig. 1—6; Taf. VII, Fig. 2—12.
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 9, 10.
Mortensen (475), p. 104—105, Textfig. 13.

Körperform einfach, Wimperschnur ohne besondere Faltungen. Hinterer Quersaum jederseits mit einer Bucht nach hinten. Postoral- und hinterer Dorsalfortsatz circa $1^1/_2$ mal so lang wie der Körper, wenig divergirend. Vordere Lateral- und Präoralfortsätze ungefähr parallel, $^3/_4$ so lang wie der Körper, vordere Dorsalfortsätze halb so lang, etwas nach aussen gebogen. Der hintere Lateralstab ist am Grunde auf einer kurzen Strecke spindelförmig erweitert, dreikantig, sonst einfach, bedornt. Farbe und Grösse? Messina. Herbst.

20. *Echinopluteus solidus* Mort.

Joh. Müller (499), Taf. VI, Fig. 8—12; Taf. VII, Fig. 1.
Mortensen (475), p. 105.

Körperform einfach, ohne Faltenbildung. Hinterer Quersaum ohne Buchten. Postoral- und hintere Dorsalfortsätze ungefähr $1^1/_2$ mal so lang wie der Körper, wenig divergirend. Vordere Lateral- und Präoralfortsätze fast parallel, so lang wie der Körper.

Körperskelet sehr stark. Postoral- und hintere Dorsalstäbe ungegittert, doch aus 3 parallelen Stäben bestehend.

Farbe und Grösse? Messina. Herbst.

21. *Echinopluteus* von *Spatangus purpureus* Müll.

Krohn (366), p. 255, Taf. VII.
—— (367a), p. 208.
Joh. Müller (499).
Agassiz (20), Taf. XI, Fig. 1, 3, 5.
Mortensen (475), p. 105—107.

Körperform durch Faltenbildungen ausgezeichnet. Analfeld in einen flachen Vorsprung ausgezogen. Leibesrand in 4 symmetrische, nicht sehr vorragende Falten aufgeworfen, über die sich die Wimperschnur mit fortsetzt; zwei sind ventral, zwei dorsal.

Postoral-, hinterer Dorsal- und Hinterstab gegittert, aber nur in deren äusserem Theil. Hintere Lateralstäbe fehlen. Hinterer Querstab bogenförmig, gut entwickelt. Alle Stäbe bedornt.

Farbe: die kolbig angeschwollenen Enden sämmtlicher Leibesfortsätze carminroth gefärbt, mit ebensolchen Flecken auf dem ganzen Körper. Grösse: 6 mm (vom Ende des Hinterfortsatzes bis zu den Spitzen der Postoralfortsätze). Messina. April.

Mortensen hat das Wenige, was über das Vorkommen und die Verbreitung der Seeigellarven bekannt ist, zusammengestellt. Sie bilden nur einen geringen Theil des Plankton und treten ausnahmsweise in grossen Mengen auf. So berichtet Gräffe (247), dass er im Juni auf der Oberfläche des Meeres die Larve von *Echinocardium mediterraneum* Forbes in so grosser Anzahl gefunden habe, dass grosse rothe Streifen

die Meeresfläche bedeckten. *Echinopluteus*-Larven sind durch alle Monate des Jahres hindurch im Plankton in der Nähe der Küsten zu finden (vgl. Cori, 130a).

4. Die Histologie des Echinopluteus.

Während im Gastrulastadium das Ektoderm aus gleichmässigen cylindrischen Zellen sich zusammensetzt, ausgenommen den animalen Pol der Larve, wo die Zellen eine beträchtliche Länge erreichen, treten nach wenigen Tagen Veränderungen ein. Das Ektoderm wird dünn mit Ausnahme der Stellen, an denen die Wimperschnur verläuft. Seine Zellen sind breite, polyedrische, abgeplattete Wimperzellen von der Gestalt, wie sie Fig. 8, Taf. XV wiedergiebt. Der Kern liegt in einer Anschwellung der Zelle. Jede Zelle trägt nur eine Geissel. Allmählich werden diese Geisseln aber seltener auf der Oberfläche der Larve. Zwischen diesen Zellen liegen andere, die sich nach Théel dadurch auszeichnen, dass sie ausser der Geissel feine haarförmige Fortsätze tragen, die ihrer Oberfläche ein gefranztes Aussehen geben.

Die Zellen der Wimperstreifen erinnern nach Théel an die Zellen der Spongien; sie sind an der freien Oberfläche flaschenförmig gebildet und tragen eine lange Geissel (Fig. 7, Taf. XV). Pigmentzellen von unregelmässig verzweigter Gestalt liegen unterhalb der Ektodermzellen.

Der Darm zeigt folgenden Bau. Die Mundöffnung ist ein weiter Hohlraum, der von hohen, säulenförmigen Zellen begrenzt wird. Er führt in den Schlund mit seiner dicken Wandung, der von hohen Entodermzellen, deren jede eine Geissel trägt, ausgekleidet ist.

Der Schlund-Wandung liegen feine, contractile Fasern, die Muskelfasern, welche nach Selenka aus Mesenchymzellen sich gebildet haben, aussen auf. Der Schlund öffnet sich in den eiförmigen Magen durch eine etwas verengte Oeffnung, die dorsalwärts liegt. Er wird von nicht sehr hohen Zellen ausgekleidet, die einen runden Kern und eine Geissel tragen. Auf der ventralen Fläche des Magens liegt eine runde Oeffnung, die in den letzten Abschnitt, den Darm, führt, der durch den Blastoporus als After nach aussen mündet (Fig. 9, 10, Taf. XV).

5. Der Uebergang der Larve in den Seeigel.

a. Bildung des Wassergefässsystems (Hydrocöl) und der Leibeshöhle (Enterocöl).

Wir hatten die Entwicklung des Entero-Hydrocöls bis zu dem Stadium verfolgt, wo sich jederseits des Schlundes je eine Blase lagerte, von denen sich die linke durch einen Schlauch, den Madreporencanal, und dessen Porus, den Wasserporus, der in der Mitte der Rückenfläche liegt, nach aussen öffnet.

Die weitere Entwicklung betrifft zunächst diese beiden Blasen. Nach den Untersuchungen von MacBride (423a) an den Larven von *Echinus esculentus* bildet sich die unpaare Anlage des Entero-Hydrocöls am dritten Tage; am fünften Tage findet die Theilung in die beiden Blasen statt. Am achten Tage theilt sich die linke Enterocölblase in eine vordere und eine hintere Hälfte, von denen die vordere am Oesophagus, die hintere am Magen der Larve liegt.

Am elften Tage vollzieht sich an der rechten Enterocölblase eine gleiche Theilung, während die vordere linke Blase sich weiter entwickelt. Ein Theil derselben wird zu einer dünnwandigen Blase, in die sich der Porencanal öffnet, der andere Theil wird dickwandig und bleibt nach hinten über den Magen mit der dünnwandigen Blase durch einen röhrenförmigen Hals in Verbindung. Diese letztere dickwandige Blase ist das Hydrocöl, die Röhre ist der Steincanal. Aus diesem Hydrocöl entwickelt sich das gesammte Wassergefässsystem.

Am siebzehnten Tage erfährt die vordere rechte Enterocölblase eine ähnliche Umwandlung. Von dem hinteren Ende bildet sich ein solider Zellkern, der anfangs noch mit dem Rest der Blase durch einen Zellstrang in Verbindung ist. Diese Zellknospe ist rückwärts gerichtet und liegt schliesslich nahe dem Rückenporus. Sie bekommt alsdann einen Hohlraum und bildet das von Bury (108) als Dorsalsack beschriebene Gebilde. Es repräsentirt das rudimentäre rechte Hydrocöl, der Zellstrang den rechten Steincanal. Somit hat MacBride durch diese Beobachtungen festgestellt, dass die rechte Enterocölblase dieselben Umbildungen wie die linke durchmacht.

Bereits Bury hatte die Theilung der rechten und linken Blase in drei Blasen für die Seesterne wie für die Seeigel behauptet. Seine Angaben wurden jedoch bezweifelt, da er nicht alle Stadien in lückenloser Reihe beobachtet hatte.

Théel's Angaben über die Entwicklung von *Echinocyamus pusillus* weichen von denen MacBride's ab. Die rechte Enterocölblase bleibt bei dieser Art ungetheilt und ihre verschiedenen Abschnitte sind nicht sehr deutlich unterscheidbar. Die linke Blase hingegen lässt drei Abtheilungen erkennen (vgl. Fig. 12, Taf. XV).

b. Die Anlage des jungen Seeigels.

Im Gegensatz zu der Metamorphose der Seesterne und Schlangensterne entsteht der junge Seeigel nicht getrennt, oberflächlich, sondern nimmt seinen Ursprung aus einer Einstülpung des Ektoderms. Er bildet sich am Grunde dieser Einstülpung und liegt somit im Innern der Larve, von einer Falte der Haut überdeckt. Diese Einstülpung wurde zuerst von Agassiz (2) und Metschnikoff*) beschrieben und später bei vielen Larven von Bury, Théel u. a. bestätigt. Joh. Müller hat

*) Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen, 1869.

diese Einstülpung noch nicht gesehen. Er beobachtete jedoch bereits 1848, dass der junge Seeigel als eine Scheibe im Innern des Pluteuskörpers sich bildet.

Diese Hauteinstülpung liegt auf der linken Seite der Larve oberhalb des Hydrocöls, zwischen den beiden ventralen und dorsalen Fortsätzen. Sie wächst nach der Hydrocölblase zu in Form einer Tasche, deren obere Wand sich allmählich bis zu einer feinen Membran (Amnion) verdünnt, während die untere, das heisst der Boden der Tasche, sich verdickt. Die Oeffnung der Einstülpung soll sich bei den Spatangoideen nach Metschnikoff schliessen. Dasselbe fand Théel bei *Echinocyamus* und MacBride bei *Echinus esculentus*.

Die verdickte untere Wand ist die erste Anlage der ventralen Körperfläche des Seeigels. Sobald sie mit dem Hydrocöl in Berührung getreten ist, sendet dieses, das jetzt eine hufeisenförmige Gestaltung zeigt, fünf schlauchförmige Fortsätze in die Seeigelscheibe hinein, welche die verdickte Wand mit hervorstülpen (Fig. 1—3, Taf. XVI). Diese fünf Fortsätze — die ersten fünf Füsschen des jungen Seeigels — ragen frei in den Hohlraum der eingestülpten Tasche hinein, ihn bald ganz ausfüllend. Sie werden aussen überzogen von der verdickten Wand (Ektoderm), während ihr centraler Hohlraum von Mesodermzellen des Hydrocöls ausgekleidet wird. Diese fünf Primordialfüsschen stehen peripher und lassen einen centralen Raum der Scheibe frei, der wächst, eine pentagonale Form annimmt und zur Mundscheibe des Seeigels sich ausbildet, die noch lange Zeit geschlossen bleibt. Jetzt treten die ersten Anlagen der Kalkplatten auf, deren Bildung unten im Zusammenhang geschildert werden soll. Auf der Rückenfläche des Pluteus und auf der Analfläche bildet sich je eine Verdickung, die ersten Anlagen der Pedicellarien.

Die Gestalt des Hydrocöls war oben bereits als hufeisenförmig geschildert worden. Es schliesst sich alsbald zu einem Ring, dem Ringcanal des Wassergefässsystems. Durch diesen wächst der neue Oesophagus vom Magen her hindurch, wie Bury beobachtete. Es geht also der Larvenschlund nicht in den jungen Seeigel über. Mit dem Ringcanal des Wassergefässsystems bleibt der Steincanal in Verbindung. Er mündet durch die Ampulle, das linke vordere Enterocöl, und den Porencanal nach aussen. Der Rückenporus wird zum Madreporiten.

Der Magen und der Darm der Larve gehen in den jungen Seeigel über, doch besitzt derselbe zunächst noch keine Afteröffnung. Das linke hintere Enterocöl und das rechte hintere Enterocöl wachsen zwischen Magendarm und Darm und dem Ektoderm aus, so dass auf diese Weise die Leibeshöhle sich bildet.

Das Nervensystem entsteht nach MacBride folgendermassen. Von der Ektodermschicht, welche im Zusammenhang mit dem Hydrocöl steht, bildet sich das Nervensystem zur Zeit, wo die fünf Ausstülpungen der Primordialfüsschen entstanden sind. Mit diesen treten fünf interradiale Erhöhungen auf, deren Kanten an jeder Seite flache Lamellen dar-

stellen. Diese Lamellen vereinigen sich miteinander, so dass auf diese Weise fünf Epineuralcanäle gebildet sind, die sich in einen centralen Epineuralraum öffnen. Das Ektoderm zwischen den Erhöhungen, das die Basen der Füsschen bedeckt, entwickelt basalwärts Nervenfibrillen, die radialen Nervenstämme.

Ein Larven-Nervensystem glaubt Mortensen (475) gefunden zu haben. In jeder Ecke des Analfeldes der Pluteuslarve von *Echinocyamus pusillus* sah er eine gebogene Linie von Pünctchen, die aus einer Reihe von länglichen Zellkernen bestanden. Aus der Aehnlichkeit mit dem Nervensystem der Auricularien schliesst er, dass es sich hier um ein Larven-Nervensystem handeln möge.

Nach der Bildung der Epineuralcanäle beobachtet man nach MacBride, dass das linke hintere Enterocöl fünf hohle Aussackungen bildet, die die Form von umgekehrten Kegeln haben. Diese wechseln ab mit den Aussackungen des Hydrocöls und ragen in die Basen der oben erwähnten interradialen Erhöhungen hervor. Diese fünf hohlen Ausstülpungen schliessen sich vom hinteren Enterocöl ab, und eine jede giebt einen Ast ab, der zwischen Ektoderm und Hydrocöl in die Basis eines jeden Füsschens eintritt. Das sind die ersten Anlagen der radiären Perihämalcanäle. Diese fünf Anlagen geben den Ursprung für die fünf radiären Perihämalcanäle und den Hohlraum, der gewöhnlich Laternenhohlraum genannt wird, und der mit dem perihämalen Ringcanal identisch sein soll. Jede der fünf Anlagen wird thatsächlich umgewandelt in eine Zahnhülle, in der der Zahn als ein auf dem Boden aufrecht stehendes Gebilde erscheint. Die radiären Taschen des Laternenhohlraumes, die neben dem Compass liegen, erscheinen als seitliche Ausbuchtungen der Zahnsäcke.

Während der ganzen Larvenentwicklung ist das Enterocöl niemals in enger Berührung mit dem Ektoderm oder mit der Wandung des Schlundes. Zwischen ihnen liegt vielmehr eine Schicht von gallertartiger Grundsubstanz, in der sich Wanderzellen, Mesenchymzellen, befinden. Während der Metamorphose tritt in der Gallerte zwischen Schlund und Enterocöl eine Veränderung ein. Es soll eine Schicht von Gallerte seitens der Schlundzellen gebildet werden, die die erste Anlage der Blutgefässe sein sollen. Erst später theilt sich diese Schicht in die dorsale und ventrale Lacune. — Diese Darstellung kann aber nicht mit den Thatsachen der Anatomie in Einklang gebracht werden, denn die Blutlacunen sind beim erwachsenen Thiere Lücken und Spalten in der Bindesubstanzschicht der Darmwand und der Mesenterien. Sie können demnach erst auftreten, wenn die Leibeshöhle mit den Mesenterien entstanden ist.

Aus der kurzen Darstellung, die MacBride gegeben hat, zu schliessen, handelt es sich wohl um die Bildung der Ringmusculatur des Schlundes, die nach Selenka aus Mesenchymzellen entsteht.

6. Die Entwicklung ohne Pluteusstadium.

Bei einem Spatangiden, *Abatus cavernosus* Phil., vielen Cidariden, wie *Goniocidaris canaliculata* Al. Ag., *Hemiaster* und einem *Anochanus* fällt das Pluteusstadium aus und es entwickelt sich der junge Seeigel aus dem Ei ohne Larvenstadium. Bei *Abatus* gelangen die Eier aus den Genitalöffnungen in die Vertiefungen der Petalodien. Hier fand Agassiz (9, 17) neben Eiern ausgebildete junge Thiere, so dass man wohl mit Recht den Ausfall des Larvenstadiums annehmen darf. Ihnen fehlten noch die Mundöffnung und die Genitalöffnungen. Der Körper war sammt den Stacheln von einer dicken Haut überzogen; die Kalkplatten waren bereits entwickelt.

Anochanus chinensis soll nach Grube (280, 281) an Stelle der Genitalöffnungen eine ansehnliche Oeffnung besitzen, die in eine darunter befindliche, mehrere Embryonen in verschiedenen Entwicklungsstadien enthaltende Höhle führe, die er als Bruthöhle bezeichnet. Die jungen Thiere waren kreisrund und mit einer centralen Mundöffnung versehen; Ovarien waren nicht zu finden, wohl aber Körperchen, die an der Wandung der Bruthöhle sassen. Diese Art soll lebendiggebärend sein. Genauere Untersuchungen sind jedoch nothwendig, um ein sicheres Urtheil fällen zu können.

7. Die Weiterentwicklung der einzelnen Organe.

a. Die Entstehung des äusseren und inneren Skelets.

Bereits in dem in Fig. 2 auf Taf. XV abgebildeten Stadium lassen sich die ersten Anlagen des Kalkskeletes auf der Ventralseite des sich bildenden jungen Seeigels erkennen. Sobald die fünf Primordialtentakel angelegt sind und die pentagonale Buccalmembran, in deren Umkreis sie liegen, erkennbar ist, treten die ersten Spuren der Kalkplatten, Stacheln und Sphäridien auf. Zuerst (Fig. 5, Taf. XVI) entstehen bei *Echinocyamus* nach Théel in den fünf Interradien Kalkplatten und auf ihnen beginnen sich die Stacheln als Fortsätze zu erheben. Weiter treten fünf Paare von kleinen, radiär gelegenen Kalkplatten auf, jedes Paar in dem Zwischenraum von je zwei interradialen Platten. Kurz darauf sieht man ein, seltener zwei Sphäridien und die ersten Zeichen des Zahnapparates auftreten. Zu dieser Zeit hat der junge Seeigel das Amnion und die Larvenhaut durchbrochen und Stacheln und Primordialfüsschen ragen frei hervor. Das Amnion scheint entweder in den jungen Seeigel überzugehen, indem es zwischen Dorsal- und Ventralfläche resorbirt wird, oder aber zu Grunde zu gehen.

Es bildet sich Hand in Hand mit diesen Veränderungen das Larvenskelet zurück, und der junge Seeigel kommt mit den Anhängen der Pluteuslarve (Fig. 4, Taf. XVI) auf den Boden des Meeres zu liegen. Er hat jetzt eine eiförmige oder kugelige Gestalt angenommen.

Untersuchungen und Beobachtungen junger Seeigel im Stadium des

Uebergangs zum freien Leben sind zuerst gegeben worden von Johannes Müller (1855, *Arbacia punctulata*). Dieselbe Art beobachteten A. Agassiz (8) und Garman und Colton in Brook's Handbook of Invertebrate Zoology, 1882. Weiter hat A. Agassiz (2) die jungen Thiere von *Strongylocentrotus dröbachiensis* O. F. M., Krohn (364) von *Strongylocentrotus lividus* Lam., Bury (107) von *Echinus parvituberculatus* Blv., Fewkes (207) von *Echinarachnius parma* Lam., Lovén (404, 405) von *Goniocidaris canaliculata* Al. Ag., *Abatus cavernosus*, Théel (638) von *Echinocyamus pusillus*, MacBride (423a) von *Echinus esculentus* L. untersucht. Hierzu kommen die Beobachtungen an Seeigeln ohne Pluteusstadium von Philippi (539a), Al. Agassiz (10), Thomson (641a), Studer (681), Grube (280, 281), Lovén (405), Agassiz (17) u. a.

Vergleichen wir den jungen *Echinocyamus* mit seinen 15 Kalkplatten im Umkreis des Peristoms mit anderen Jugendformen, wie mit den von Lovén (404) beschriebenen von *Abatus cavernosus*, so fällt die Uebereinstimmung in den fünf Paar ambulacralen (radialen) Platten und den fünf interambulacralen (interradialen) breiten Platten auf. Von Bedeutung ist die Verschmelzung der paarig angelegten Ambulacralplatten an älteren Thieren zu unpaaren Platten, während die Interambulacralia, welche sich unpaar anlegen, später binär werden.

Bei allen Echinoideen geschieht das Wachsthum der Corona durch neue Platten, die der Reihe nach an dem aboralen Ende der Ambulacren und Interradien hinzugefügt werden (Lovén).

Die Platten und Stacheln entstehen nach Théel (638) von zwei verschiedenen Verkalkungscentren. Die erste Anlage beider ist ein winziges dreistrahliges Kalkstückchen oder besser Tetraeder, das von Mesenchymzellen ausgeschieden wird. Das zu einer Platte bestimmte sendet drei Stäbchen aus, deren Enden dichotomisch verzweigt sind. Dieser Process wiederholt sich, und so entsteht die maschige Platte, indem die Enden miteinander sich verbinden. Von der centralen Platte entspringt jetzt senkrecht das vierte Kalkstäbchen, das die Stachelwarze bildet (Figuren 14, 15, Taf. XIV).

Die Stacheln entstehen nach Théel (638) und Semon (Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres, 1877) ebenfalls aus einem Kalktetraeder, das an der Aussenseite einer Platte liegt. Drei Strahlen liegen in einer Ebene und bilden einen Winkel von 120 Grad untereinander, der vierte Strahl steht im Mittelpunct senkrecht zu ihnen. Die drei Strahlen theilen sich jeder in zwei, so dass ein sechsstrahliger Stern entsteht. Die Strahlen wachsen nun in die Länge. An den Enden bilden sich kleine Fortsätze in rechten Winkeln, die sich zu einem Kreise schliessen. Im Centrum erhebt sich jetzt der vierte, senkrechte Strahl mit drei Spitzen, die ebenfalls an ihren freien Enden durch ein kreisförmiges Kalkrädchen verbunden werden. Von ihm aus entspringen senkrecht lange Kalkstäbe, die in gewissen Zwischenräumen durch parallele Kalkspangen verbunden werden (Fig. 9 a—k, Taf. XVI). Der Stachel

wird bald durch Muskelfasern auf der Stachelwarze befestigt. Ueberzogen wird er wie die Platten, die innerhalb des Mesenchyms, der Bindesubstanz, entstehen, von dem Epithel, der Epidermis (Ektoderm), das von dem wachsenden Stachel in die Höhe gehoben wird.

Die Sphäridien bilden sich nach Théel ebenfalls aus Tetraedern. Drei Strahlen werden zweitheilig, sodass ein Stern mit sechs Armen entsteht, während der vierte zu einem centralen senkrechten Strahl auswächst. Die Spitze desselben sendet drei gebogene Strahlen nach oben, die mit ihren Enden convergiren. Endlich vereinigen sie sich mit ihren Enden und schwellen an, sodass die Sphäridie aus drei kugeligen Gebilden, die mit einander verschmelzen, besteht. Diese Bildung vollzieht sich in der Bindesubstanz; die Oberfläche der Sphäridie wird vom Epithel überzogen (Fig. 10a—d, Taf. XVI).

Das Kaugerüst nimmt seinen Ursprung aus je drei kleinen Kalkstücken, die interradial im Umkreis der Mundhaut liegen. Sie treten auf, bevor die Mundöffnung vorhanden ist. Von diesen Stücken entwickelt sich der mittlere in jedem Interradius zu einem Zahn. Kurz nachdem diese Stücke erschienen sind, sind drei weitere Kalkstücke in jedem Radius zur Ausbildung gekommen. Sie sind in Fig 6, Taf. XVI mit *a* bezeichnet, der Zahn Fig. 5 und 6 mit *t*. Es treten somit zur Bildung der Laterne des Aristoteles 30 Kalkstücke zusammen, fünfzehn radial und fünfzehn interradial gelegene, während sich fünf zu den Zähnen entwickeln.

Sämmtliche Kalkstücke, mit Ausnahme der Zähne entwickeln sich, wie die Peristomplatten.

Der Zahn ist anfangs ebenfalls ein Tetraeder, das so liegt, dass die eine Ecke nach dem Centrum der Mundhaut gerichtet ist. Die Gestalt des jungen Zahnes ist die einer nach aussen convex, nach innen concav geformten dreiseitigen Platte. Er nimmt nach und nach die Gestalt eines dreischenkeligen Dreiecks an mit den gleichschenkeligen Seiten nach innen gerichtet. Er ist im Gegensatz zu den maschigen Platten eine undurchbohrte Platte von grosser Durchsichtigkeit. Es entstehen alsbald zwei neue winzige dreiseitige Platten, die sich nebeneinander auf der Basis der ersten erheben, sodass der Zahn allmählich höher und dicker wird. Diese dreiseitigen, etwas gewölbten Platten verbinden sich endlich in ihren inneren Theilen. Der Zahn stellt eine Zahl von Kegeln dar, von denen der eine im anderen steckt. Das Ende des Zahnes, das in die Länge wächst, wird seitlich bedornt. Sie ragen am sechsten Tage durch die jetzt geöffnete Mundöffnung hindurch. Später, am erwachsenen Thiere (*Echinocyamus*), sind die Dornen verschwunden (Théel) (vergl. Fig. 8a—e, Taf. XVI).

Die Entstehung der Rückenplatten. Die Anlage der Dorsalplatten kann bereits erfolgen, wenn der junge Seeigel noch in der Larve liegt. So beschreibt Fewkes (208) bei *Echinarachnius* bereits eine centrale und fünf periphere Platten, die rings um die erstere liegen. Es

sind die fünf Basalia und das Centrodorsale. Bei *Goniocidaris* bildet sich dasselbe zuletzt. In dem in Fig. 7, Taf. XVI abgebildeten jungen Thiere ist es noch nicht angelegt. Nach aussen von den fünf Basalia liegen die fünf Radialia, unter denen je ein Primordialtentakel hervorragt. Die Basalia tragen bereits je einen Stachel in der ungefähren Mitte, das Basale 2 ist von einem Wasserporus durchbohrt. Es wird zum Madreporiten und ist früher als die übrigen kenntlich. Diese Platte entstand durch einen unpaaren Kalkvierstrahler, der an der älteren Pluteuslarve bereits kenntlich ist und den Porus umwächst. In dem freien centralen Raum zwischen den Basalia bildet sich die Dorsalplatte. Sie zeigt bald eine pentagonale Gestalt.

b. Das Axialorgan und die Geschlechtsorgane.

Nach der Darstellung von MacBride (423a) erscheint die erste Anlage der Geschlechtsorgane bereits während der Metamorphose. Das vordere linke Enterocöl hatte sich, wie oben geschildert wurde, in ein Bläschen mit dicker Wandung verwandelt, in welches der Porencanal und der Steincanal sich öffnen. Es persistirt und wird zur Ampulle des Steincanales beim erwachsenen Thiere. Ihm nähert sich das rechte Hydrocölbläschen (Dorsalsack Bury's). In das Septum, welches beide Bläschen von dem linken hinteren Enterocöl trennt, wächst eine Zellknospe hinein, die die erste Anlage der Geschlechtsorgane darstellt, nämlich den Genitalstolo. Diese Zellknospe besteht aus einer Wucherung der Wandung des linken hinteren Enterocöls, so dass die Genitalzellen vom Peritonealepithel abstammen, also mesodermalen Ursprungs sind. Von dem Genitalstolo wächst in einem späteren Stadium die Genitalrhachis, aus und von dieser aus entwickeln sich die Geschlechtsorgane als Ausstülpungen, wie Prouho, Hamann u. a. früher beschrieben haben. Der Genitalstolo ist, wenn ich die kurze Darstellung MacBrides richtig verstanden habe, identisch mit dem Axialorgan (ovoid gland). Nach Bury (108) sollte das linke vordere Enterocöl zum Axialsinus (schlauchförmigen Canal) werden, den später das Axialorgan fast ausfüllt, so dass er nur im Centrum desselben als ein unregelmässiger Hohlraum erhalten bleibt. Dieser Darstellung hat sich Cuénot (136) angeschlossen.

Für alle Gruppen von Echinodermen hatte Hamann (289) nachgewiesen, dass eine Genitalröhre existirt, in der Keimzellen von amöboider Gestalt lagern, die an bestimmte Stätten des Körpers, die Geschlechtsorgane, wandern und hier in den Gonaden zu Ei- und Spermazellen reifen. Diese Genitalröhre oder Genitalrhachis ist jedoch an erwachsenen Thieren nicht mehr nachweisbar. Es gelang aber an jungen, 0,5 bis 1 cm grossen Seeigeln, sie aufzufinden. In der Rückenwand des Körpers verläuft der apicale, genitale Ringsinus. In diesem liegt ein Bindegewebsseptum, in welchem grosse Zellen auffallen, die in einem ringförmig verlaufenden Canal liegen, der das Septum zum grössten Theil erfüllt. Diese Zellen gleichen den Urkeimzellen der Seesterne, Schlangen-

sterne und Haarsterne. Sie schliessen einen grossen, hellen, blasigen Kern ein, während der Zellleib bald mehr oval, bald mehr langgestreckt ist, je nach dem Zustand der Bewegung. In den fünf Interambulacren trifft man je eine Ausstülpung von sackförmiger Gestalt, die in die Leibeshöhle sich hervorstülpt. Bei ihrem Wachsthum wird sie länger und nimmt die Gestalt eines langen Cylinders an, welcher sich in die Leibeshöhle hineineinragt. Andiesem Gebilde, welches innen erfüllt ist von den Urkeimzellen, welche sich epithelial anordnen, sprossen seitlich die sich dann immer von Neuem verzweigenden Geschlechtsschläuche, während die ursprüngliche als Stamm, zu bezeichnende Anlage dieser Schläuche später zum Ausführgang wird. Diese Verhältnisse lassen sich an grösseren Echiniden von 1 cm Durchmesser und darüber leicht feststellen.

Nach Prouho (554), Cuénot (136) und Russo (582) steht die Genitalröhre nicht in directer Verbindung mit dem Axialorgan. Das gilt von jungen Thieren. Vorausgesetzt, dass diese Beobachtungen richtig sind, widersprechen sie der Beobachtung von MacBride nicht. Es würde aus ihr vielmehr nur gefolgert werden dürfen, dass der ursprüngliche Zusammenhang mit der Anlage des Axialorganes bei der weiteren Entwicklung desselben aufgegeben worden sei. Nach Russo (582) bildet sich der Genitalstrang vom äusseren Epithel des Axinalsinus, wie Prouho (556) bereits angegeben hatte. Die Geschlechtsschläuche entstehen als Anschwellungen desselben. Später soll der Genitalstrang zum perianalen Blutlacunenring werden.

c. Wassergefässsystem.

Wir haben die Hydrocölblase in dem Stadium verlassen, wo sie fünf radiäre Ausbuchtungen in die ektodermale Einstülpung an der Pluteuslarve getrieben hatte, welche zu den fünf Primordialtentakeln des jungen Seeigels wurden. Mit Hilfe dieser unverhältnissmässig langen Saugtentakel (Fig. 1, Taf. II und Fig. 7, Taf. XVI) bewegt sich das Thier. Zwischen ihnen und der Mundöffnung, die viel später zum Durchbruch kommt, entsteht in jedem Radius ein Paar von Saugfüsschen, die Mundfüsschen.

Die Primordialtentakel, welche anfangs ventral lagen, kommen bei der Bildung der Ambulacralfüsschen mehr und mehr nach dem Rücken zu liegen, bis sie endlich an den Terminalplatten (Radialia) angekommen sind. Die Primordialtentakel bilden sich allmählich zurück, sobald immer neue Paare von Ambulacralfüsschen entstanden sind; sie werden endlich von den sich bildenden Radial-(Ocellar-)Platten, deren Rand sie berühren, umwachsen und sind so zu den Terminal- oder Endfühlern geworden, die oben beschrieben wurden. Sie treten dann durch einen Porus der Platte hindurch.

Bei einem jungen *Hemiaster cavernosus* Phil. von 2 mm sind sie in ihrer definitiven Lage auf den fünf Terminalplatten noch deutlich hervor-

ragend und selbst grösser als die benachbarten Ambulacralfüsschen (Lovén, Pourtalesia, Fig. 164, Taf. XIV). Dieses Stadium ist nach Cuénot (136) bei den jungen *Echinocyamus pusillus* dauernd erhalten, wie oben bereits geschildert worden ist.

d. Darmsystem.

Am jungen Seeigel ist weder Mund- noch Afteröffnung vorhanden. Vom Pluteus scheint nur der mittlere Abschnitt, der Magen und der Darm, in ihn aufgenommen zu werden. Schlund und Enddarm sind Neubildungen.

Lovén (404) schildert an einem jungen *Hemiaster cavernosus* den Darmtractus folgendermassen. Das 2,3 mm lange Thier war von einer dicken Membran, der Larvenhaut, bedeckt, die überall geschlossen war. Eine Oeffnung des Darmtractus fehlte. An ihm konnte er Schlund- und Rectalabschnitt unterscheiden und einen mittleren, dicken Magenabschnitt. Schlund wie Rectum enden blind an der Körperwand, an der sie durch die Mesenterien befestigt sind, und zwar ersterer in der Mitte der Ventralseite, und das Rectum ein Stück hinter der Mitte des Rückens. Der Darm verläuft gerade, in seinem mittleren Abschnitt gebogen. Die Analöffnung selbst aber bricht nicht im Centrum durch, sondern hinter den Grenzen des Calycinalsystems.

An einem älteren Stadium fand Agassiz (17) die Mundöffnung im Centrum der Mundfläche vor. Der Darmtractus beschrieb im Sinne des Uhrzeigers eine Spirale, ähnlich wie bei erwachsenen Clypeastroiden es der Fall ist.

Ein ähnliches Stadium beschreibt Lovén (405) in der in Fig. 1, Taf. II von der Oberfläche abgebildeten *Goniocidaris*. Der Darm war über dem Kauapparat aufgehangen und war horizontal gelagert (Fig. 7, Taf. XVI). Seine Dorsalseite war convex, eben, ohne Aussackungen, die Ventralseite in der Mitte concav, aussen dick und ringsherum convex, in den Interradien leicht anschwellend, in den Ambulacren etwas eingefaltet. Das Rectum *r* stieg senkrecht empor zur Afteröffnung. Bei den Regulären und den Spatangoiden schreitet das Wachsthum des Darmes fort, und es kommt nach der Vollendung der ersten Spirale zu der oben besprochenen Umwendung im entgegengesetzten Sinne. Die Afteröffnung ist eine Neubildung, und der Blastoporus des Pluteus geht nicht in sie über. Er liegt bei den jungen Clypeastroiden und Spatangoiden am Apicalpol und verändert erst secundär seine Lage, die bei den regulären Seeigeln dauernd erhalten bleibt, indem er nach der Ventralfläche zu liegen kommt. Bei den jungen *Strongylocentrotus* gelangt der After nach Lovén (401) zwischen der Dorsocentralplatte und der Basalplatte B zum Durchbruch.

D. Experimentelle Biologie der Seeigel.

(Experimentelle Morphologie, Entwicklungsphysiologie u. s. w.)

Von

Dr. phil. Hans Przibram

(Biologische Versuchsanstalt in Wien).

Eine ähnliche Rolle, wie sie seit langer Zeit Frosch und Kaninchen für die functionelle Physiologie spielen, ist in neuester Zeit den Seeigeln zugefallen, als nach langer, fast ausschliesslicher Herrschaft der historischen Methode wieder das Experiment zur Erforschung thierischer Formbildung herangezogen wurde. Die leichte Zugänglichkeit der lebenden Thiere an den marinen Stationen und namentlich die günstigen Verhältnisse, welche die Geschlechtsproducte der Seeigel für fortgesetzte Beobachtung bieten, haben es mit sich gebracht, dass dieselben zu einer Reihe grundlegender Versuche dienen konnten, welche von Boveri, Delage, Driesch, Herbst, O. und R. Hertwig, Loeb, Morgan Norman, Ziegler u. a. ausgeführt wurden („Entwickelungsphysiologie" Driesch). An den entwickelten Seeigeln hat v. Uexküll die auf äussere Reize hin eintretenden Reactionen durch sorgfältige Experimente als reine Reflexe nachzuweisen gesucht.

In der nachfolgenden Darstellung der an Seeigeln (Echiniden) angestellten Experimente ist, soweit thunlich, die Eintheilung des Stoffes, wie sie von Davenport in seiner „Experimental Morphology (New York, I. 1897, II. 1899)" im allgemeinen gegeben wurde, beibehalten worden und können daselbst die Definitionen vorkommender Fachausdrücke nachgesehen werden.

Vergleichsweise sind die übrigen Echinodermen (Holothurien, Seesterne u. s. w.) berücksichtigt worden, namentlich dort, wo der vorausgegangenen Behandlung dieser Klassen Neues hinzugefügt werden konnte.

Uebersicht.

A. Einfluss äusserer Agentien auf die Seeigel (Imago).
I. Chemische Agentien.
1. Beeinflussung der Lebensthätigkeit.
(1) Sauerstoff.
(2) Wasserstoff.
(3) Kohlensäure.
(4) Ammoniak.
(5) Katalytische Gifte (Chloroform, Alkohol, Aether).
(6) Salzbildende Gifte (Anorganische Säuren, Basen und Salze.)
(7) Substitutionsgifte (Cyankalium, Coffeïn, Amylnitrit, Blausäure).
(8) (Naphthalin, Vanillin, Cumarin, Salicylsaures Natron.)
(9) Specielle Gifte: Alkaloide, Campher, Glucoside (Nicotin, Atropin, Cocaïn, Strychnin, Curarin, Curin, Chinin; Campher; Digitalin, Digitonin, Digitoxin).
2. (Giftanpassung ?)
3. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Chemotaxis).
(„Geruch- und Geschmacksinn“, Trophotaxis).
II. Feuchtigkeit.
1. Feuchtigkeitsgehalt.
2. Einfluss der Trockenheit.
3. (Anpassung an dieselbe ?)
4. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Hydrotaxis).
III. Dichte des Mediums.
1. Einfluss wechselnder Dichte.
2. Süsswassergewöhnung.
3. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Tonotaxis).
IV. Mechanische Agentien.
1. Einfluss von Berührung und Durchtrennung, Autotomie (Regeneration vgl. unten D. II.).
2. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Thigmotaxis).
V. Schwerkraft.
1. Stacheltonus.
2. Selbstwendung.
3. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Geotaxis).
VI. Elektricität.
VII. Licht und Schatten.
1. Registrirapparat von Schönlein-Uexküll.
2. Photo-chemische Pigmente.
3. Einfluss auf lebende Seeigel (Pigmentwanderung, Stachelbewegung).
4. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Phototaxis und Photopathie).
5. Photoreception.

VIII. Temperatur.
1. Einfluss der Wärme auf Bewegung und Irritabilität.
2. Wärmestarre und Temperaturmaximum.
3. Hitzeacclimatisation (und Kälteanpassung?).
4. Beeinflussung der Bewegungsrichtung (Thermotaxis).

B. Chemischer Bau, functionelle und Stoffwechsel-Physiologie der Seeigel (Imago).
I. Haut.
II. Contractiles Gewebe.
III. Perivisceralflüssigkeit (Blut).
IV. Athmung (Gas-Stoffwechsel).
V. Nahrungs-Stoffwechsel.
1. Nahrungs-Aufnahme.
2. Verdauung und Resorption.
3. Ausscheidung.

VI. Functionen der Nerven.
1. Intelligenzfrage.
2. Locomotions-, Reactions- und Ermüdungsgeschwindigkeit.

C. Einfluss äusserer Agentien auf die Keimproducte der Seeigel (Entwicklungsphysiologie der Zelltheilung): Experimentelle Befruchtung.

I. Entwicklung des Eies ohne Spermatozoen (Parthenogenese).
1. Natürliche Parthenogenese (Literatur).
2. Künstliche Parthenogenese (Tabelle).
(1) Befruchtung durch mechanische Mittel.
(2) Befruchtung durch Temperaturwechsel.
(3) Befruchtung durch Concentrationsveränderung des Mediums (osmotische Befruchtung).
(4) Befruchtung durch specifische Jonen.
(5) Befruchtung durch Sperma-Extract.
3. Charaktere der parthenogenetischen Eier.

II. Befruchtung des Eies durch lebende Spermatozoen („Besamung").
1. Lebensfähigkeit der Spermatozoen.
2. Vereinigung der Geschlechtsproducte (künstliche Besamung).
3. Beeinflussung der Eier vor der Besamung.
(1) Mechanische Mittel: a) Abwesenheit des ♀Kernes: Merogonie (Tabelle).
b) Gekernte Eibruchstücke (Tabelle).
(2) Thermische Mittel: a) Temperaturerhöhung.
b) Temperaturerniedrigung.
(3) Concentrationserniedrigung (Concentrationserhöhung vgl. osmotische Parthenogenesse C. I. 2 (3).
(4) Chemische Mittel: Lebensverlängerung durch Cyankalium; Wirkung lähmender Gifte.
(5) Complexe Factoren: a) Einwirkung chemischer Mittel auf beide Keimproducte;
b) Individuelle Verschiedenheit bei Intravitalfärbung;
c) Unreife; Einfluss auf Bastardirung (Ephebogenese);
d) Ueberreife; Einfluss auf Bastardirung;
4. Besamung mit einem Spermatozoon anderer Art (Bastardirung) (Tabellen).
(1) Grenzen der Fruchtbarkeit.
(2) Mütterliche und väterliche Charaktere (Einfluss der Eltern auf die Producte).
5. Besamung mit mehreren Spermatozoen (Polyspermie; Einfluss der Menge des Samens).
6. Beeinflussung der befruchteten Eier bis zum Auftreten der ersten Furche.

(1) Mechanische Mittel: a) Zerschnürung (Verhinderung der Copulation der Kerne u. a.);
b) Zerschüttelung und Druck-Deformation.
(2) Thermische Mittel: a) Temperaturerniedrigung;
b) Temperaturerhöhung.
(3) Concentration: a) Erniedrigung (Extraovate);
b) Erhöhung.
(4) Chemische Mittel (Sauerstoffentziehung): Verhinderung der Furchung (Verhinderung der Copulation der Kerne u. a.).

D. Einfluss äusserer Agentien auf die Gestaltung der Seeigelembryonen und Seeigel (Entwickelungsphysiologie der Differenzirung).
I. Beeinflussung der Embryonen während und nach der Furchung.
1. Chemische Agentien:
(1) Sauerstoff.
(2) Wasserstoff.
(3) Kohlensäure.
(4) Harnsäure.
(5) Katalytische Gifte: Aether.
(6) Salzbildende Gifte (Anorganische Säuren, Basen, Salze).
K- und Na-Verbindungen, $MgSO_4$, Rubidium- und Cäsiumchlorid: „Kaliumlarven“.
Lithiumverbindungen: „Lithiumlarven“.
(Wirkungsstärke und Moleculargewicht).
(7) Organische Salze: a) Natriumverbindungen.
b) Kaliumverbindungen.
c) Lithiumverbindungen.
(8a) Zur Entwickelung nothwendige Elemente (Phosphor, Schwefel, Chlor, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen untersucht) und
(8b) Vertretbarkeit der nothwendigen Stoffe.
(IA) Ersetzung von Schwefelverbindungen untereinander.
(IB) Ersetzung des Schwefels durch Selen und Tellur.
(II) Ersetzung des Chlors durch Brom und Jod.
(III_1) Ersetzung des Kaliums durch Natrium.
(III_2) Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und Cäsium.
(IV) Ersetzung des Calciums durch Magnesium, Strontium und Baryum.
(8c) Physiologisches Gleichgewicht; Einfluss der Werthigkeit und elektrischen Ladung von Jonen.
(9) Morphium.
2. Dichte des Mediums.
(1) Concentrationserniedrigung.
(2) Concentrationserhöhung.
3. Mechanische Agentien.
(1) Wirkung von Druck oder Schütteln (ohne Isolation von Blastomeren).
(2) Isolation von Blastomeren.
(3) Zerstückeln von Blastulae, Gastrulae u. s. w.
4. Temperatur.
(1) Einfluss auf Grösse.
(2) Einfluss auf Entwickelungsgeschwindigkeit.
(3) Einfluss auf Formbildung (Exogastrulae und Anentera).
5. Licht.
6. Complexe Factoren.
(1) Isolation von Blastomeren membranlos geschüttelter Eier in Ca-freiem Wasser (Zellenzahl u. a.).
(2) Verschmelzung von Embryonen membranlos geschüttelter Eier.

(3) Einfluss der Larvenmenge.
(4) Complexe Factoren in „Kalium“-culturen und „Lithium“-culturen.
(6) Farblösungen.

II. Abweichende Formbildungen in späteren Stadien und ihre möglichen Ursachen.
1. Regeneration.
(1) Regenerationen des Larvenskeletes (nach CO_2-Einwirkung).
(2) Regenerationen des Imago.
2. Abnormitäten.
(1) Formabnormitäten und ihre Beziehungen zu Regenerationsprocessen.
(2) Farbabnormitäten (Albino).
(3. Transplantation bei Echinodermen.)

A. Einfluss äusserer Agentien auf die Seeigel (Imago).

I. Chemische Agentien.

1. Beeinflussung der Lebensthätigkeit.

(1) Sauerstoff (O_2). — *Echinothrix* ist nach v. Uexküll*) wegen zu hohen Sauerstoffbedürfnisses in Daar-es-Salaam schwer im Aquarium zu halten. [Nach Prowazek**) sind die Spermatozoen von *Echinus* gegen Sauerstoff empfindlich (vgl. weiter unten: Chemotaxis); den Einfluss des Sauerstoffmangels auf die Eientwickelung untersuchte Loeb***) (vgl. weiter unten: Zelltheilung).]

(2) Wasserstoff (H). — [Nur gelegentlich der letztgenannten Untersuchung***) wurde Wasserstoff zur Verdrängung des Sauerstoffes verwendet, sonst liegen keine Angaben vor.]

(3) Kohlensäure (CO_2). — Wird Kohlensäure durch das Wasser geleitet, oder werden Seeigel im eigenen Athemwasser gelassen, so senken sich alle Stacheln der Schwere nach und werden leicht beweglich, während sie normaler Weise im Tonus, daher starr sind (v. Uexküll)†). Die Saugfüsschen werden (bei sehr allmählichem Zusatz von Kohlensäure) lange vor dem Tode reactionsunfähig und bleiben auch im Tode ausgestreckt†). *Solaster papillosa*††) und die meisten Holothurien begehen, in Athemwasser belassen, Autotomie.

(4) Ammoniak (NH_3). — Wird Ammoniak mit einer Pipette auf die Oberfläche eines Seeigels gebracht, so reagiren die Stacheln durch Hinneigen oder Auseinanderfahren, je nachdem der Reiz schwach oder stark gemacht wurde (wie auch bei anderen Reizen; v. Uexküll)†). — Graber†††) beobachtete in mehreren Fällen keine Stachelbewegung, hingegen reagirte die Mundregion durch vollständige Einziehung der

---

*) (663. p. 448.)

**) Prowazek, S., Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. XXIII. No. 616. 1900. p. 305—309.

***) Loeb, J., Untersuchungen über die physiol. Wirkungen des Sauerstoffmangels. Arch. f. Physiol. Bd. 36. 1896. p. 273.

†) (659. p. 306, 313. — 307.)

††) Dalyell, J. G., The Powers of the Creator. 1851. vol. I. p. 20ff.

†††) Graber, V., Ueber die Empfindlichkeit einiger Meerthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centrbl. VIII. (1888—)89. (p. 749.)


Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

54., 55., 56. u. 57. Lieferung.

Inhalt: **Experimentelle Biologie** von Dr. **Hans Przibram** in **Wien.**

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1902.



Zähne und nachfolgende Erweiterung des Schlundeinganges mit Spreizen der Zähne.

(5) Katalytische Gifte. — Romanes*) untersuchte die Wirkung solcher leicht veränderlicher Kohlenstoffverbindungen, die weder Säuren noch Basen sind, auf Echinus. Chloroform ($CHCl_3$) bewirkt anfangs Stimulation, dann Torpidität; in frisches Seewasser gebracht, können sich die Seeigel wieder erholen. Alkohol (C_2H_5OH) verhält sich ähnlich wie Chloroform, die Torpidität ist aber schwächer. Chloralhydrat ($C_2O_2H_3Cl_3$) bringt wenige Minuten nach seiner Anwendung die Echinusstacheln in Verwirrung, die Zähne klaffen weit; Spontaneïtät und Irritabilität gehen bald vollständig verloren; verlängerter Aufenthalt tödtet. Seesterne verlieren nach Preyer**) durch Chloroform das Vermögen der Selbstwendung, langsamer durch Alkohol und Aethyläther ($C_4H_{10}O$). Die Ambulacralfüsschen werden auf Reizung mit diesen Stoffen retrahirt.**) Krukenberg***) sah die Seewalze *Synapta digitata* in ätherisirtem oder chloroformirtem Wasser in 15 Minuten starr und elektrisch unerregbar werden; obzwar nach 24stündigem Aufenthalte in frischem Seewasser wieder reizbar, konnte nach eingetretener Starre nie mehr eine vollständige Erholung erzielt werden. v. Fürth†) benutzte gelinde erwärmtes Chloroformwasser, um die Muskeln von *Stichopus regalis*, welche vom Thiere bei Berührung krampfhaft contrahirt werden, zur Erschlaffung zu bringen.

(6) Salzbildende Gifte. — a) Essigsäure ($C_2H_4O_2$) veranlasst nach v. Uexküll††), mit der Pipette aufgetropft, ein Auseinanderfahren der Seeigelstacheln. Setzt man Wasser mit einer *Arbacia pustulosa* tropfenweise verdünnte Essigsäure zu, so beginnen bald alle Stacheln zu kreisen; zu Beginn genügt leichte Erschütterung, um alle Stacheln wieder in normale Stellung zu bringen, die nach einigen Secunden wieder mit der kreisenden Bewegung vertauscht wird; später muss die Erschütterung stärker sein und wirkt endlich gar nicht mehr, indem die Wirkung der Säure die Oberhand gewinnt. Vollkommen ebenso wie ganze Thiere reagiren Schalenstücke, welche auf der Innenseite überdies mit Sandpapier abgerieben wurden, um etwa dort befindliche nervöse Elemente zu entfernen. Abpinseln mit Schwefelsäure (H_2SO_4) nicht anwendbar, weil dieselbe zu rasch vordringt: ähnlich Lackmus-Papier wird die Seeigelschale in Säuren roth, in alkalischen Flüssigkeiten schwarz. *Sphaerechinus* zieht die Saugfüsschen bei Säurezusatz ein (vgl. weiter unten Chemotaxis). — b) Calciumchlorid ($CaCl_2$) giebt Fällung mit den Muskelextracten der

*) (577. p. 135—136.)

**) Preyer, W., Ueber die Bewegungen der Seesterne. I. Mitth. Zool. Stat. Neapel. VII. 1886—87. p. 110, 40.

***) Krukenberg, C. F. W., Vergleichend physiolog. Studien. I. 1. Abth. p. 123.

†) Fürth, O. v., Ueber die Eiweisskörper der Kaltblütermuskeln etc. Zeitschr. f. physiol. Chemie. XXXI. (3.—4.) 1900. p. 344.

††) (659. p. 307, 312.)

Echinodermen (Przibram*); *Stichopus* — v. Fürth**)) und dürfte sich daher für dieselben ebenso wie für die Wirbelthiere (v. Fürth***)) den Muskelgiften anreihen. (Verdünnte Essigsäure und Salzsäure gaben bei *Stichopus* ebenfalls in vitro Fällungen**)).

Legt man einen Kochsalzkrystall (NaCl) auf die Haut eines Seeigels, so entfernen sich alle Stacheln vom Reizorte, während die Giftzangen (gemmifere Pedicellinen) zum Vorschein kommen (v. Uexküll†)). Davenport††) hält die reizende Wirkung von NaCl und ähnlichen für rein osmotisch.

(7) Substitutionsgifte. — Cyankalium (CKN) schien Romanes†††) in sehr verdünnter Lösung auf *Echinus* anfänglich keinen Einfluss zu haben: aber plötzlich senkten sich die Stacheln unordentlich, und die Irritabilität hörte vollkommen auf. Wenn nicht Tod erfolgte, so blieb doch dauernde Schwächung zurück; noch am nächsten Tage war die Reizbarkeit gering, und der Seeigel adhärirte nicht. Coffeïn ($C_7H_{10}N_4O_2$) in concentrirter Lösung bewirkte Einrollung der Pedicellen, dann langsame und unvollständige Zurückziehung; die Laterne blieb schwach erregbar; die Thiere konnten sich wieder vollständig erholen. Amylnitrit ($C_5H_{11}NO_2$) hatte ähnliche Wirkung, aber ohne Einrollung; gasförmiges Nitrit wirkte rascher. Den Seestern *Asterias glacialis* verhindern 15 Tropfen einer 12 % Blausäure-(CHN)-Lösung (innerlich) nicht an der Selbstwendung (Preyer§)). [Salicylsaures Natron ($NaC_7H_5O_3$) fällt in 5 % Lösung den wässerigen Muskelextract von Echinodermen nicht (v. Fürth§§), Przibram§§§)), ein für alle bisher untersuchten Wirbellosen charakteristisches Verhalten.]

(8) Naphthalin ($C_{10}H_8$) bewirkt bei *Echinaster scspitosus* und *Asterias glacialis* zunächst Zurückziehen der Tastfüsschen ohne Saugscheiben, dann der Hautkiemen, endlich der Saugfüsschen (Nagel*†)).
Vamillin (C_6H_3. OH[4]. OCH_3[3]. CHO[1] und Cumarin (C_6H_4. O — CO. CH = CH) wirken stärker, sodass die Seesterne den Halt verlieren.

(9) Specielle Gifte: Alkaloide, Campher, Glucoside. — Nicotin ($C_{10}H_{14}N_2$)

---

*) Przibram, H., Versuch zur chem. Charakter. ein. Thierklassen d. nat. Syst. auf Grund ihres Muskelplasmas. Hofmeister's Beiträge zur chem. Physiol. und Pathol. II. 1902. (1—3.) Tabelle.

**) Fürth, O. v., 1900. p. 345.

***) Fürth, O. v., Ueber die Einwirkung von Giften auf die Eiweisskörper d. Muskelplasmas. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmak. XXXVII. p. 389 ff.

†) (661. p. 334—403.)

††) Davenport, Ch. B., Experimental Morphology. part I. 1897. p. 13.

†††) (577. p. 135—136.)

§) Preyer, I. 1886—87. p. 109.

§§) Fürth, O. v., 1900. p. 345.

§§§) Przibram, H., 1902. p. 146. Tabelle.

*†) Nagel, W. A., Vergleichend-physiolog. und anatom. Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. Bibliotheca zoologica. Heft 18. Stuttgart (Nägele). 1894. (p. 177.)

tödtet *Echinus* bereits in kleinen Dosen (Romanes*)), übt auch auf See- und Schlangensterne starke Wirkung aus (Preyer**)). Greenwood***) fand, dass Asteriden durch 0,01—0,05 % Lösungen in 30—40 Minuten paralysirt wurden; bei Ophiuriden hatte bereits eine 0,001 % Lösung in 15 Minuten Wirkung; der Crinoide *Antedon* wurde bei 0,01 % langsam paralysirt, wobei Evisceration (Verlust der leicht abtrennbaren Scheibe) die Vergiftungserscheinungen nicht beeinflusste, jedoch vielleicht nachherige Erholung beeinträchtigte. Krukenberg†) brachte *Synapta digitata* in Nicotinlösung 1 : 600 bis 700; nach fünf Minuten erfolgten energische Contractionen, nach weiteren 20 Minuten trat vollkommene Bewegungslosigkeit und Muskelstarre ein; an eine Wiederherstellung war nicht zu denken. Das Sulfat von Atropin ($C_{17}H_{23}NO_3$) in Lösung 1 : 500 erzeugte zuerst lebhafte Bewegungen, dann trat fast regelmässig Selbstzerstückelung ein; der Hautmuskelschlauch nahm milchweisse Färbung an, kehrte später in Erschlaffungszustand zurück. Nach 40 Minuten waren die Seewalzen bewegungslos, aber die Muskeln blieben noch lange reizbar. Cocaïn wirkt nach Danilewsky††) auf *Asterina*, *Ophiura* und *Cucumaria* sehr langsam, und zwar nur in starker Concentration (1 : 500—1000), erzeugt aber nach 1—3stündiger Einwirkung, je nach der Concentration, vollständige Anästhesie; so ruft z. B. bei *Cucumaria* Berührung der Kiemen oder elektrische Reizung gar keine Reaction hervor; der ganze Körper derselben streckt sich aus, die Fühler sind verkürzt, die Kiemen stehen weit offen. Bei *Ophiura* besteht augenscheinlich vordem heftige Erregung, worauf starke Krümmung der Strahlen und Unruhe hindeuten. Zuerst verschwinden die willkürlichen, danach die Reflexbewegungen. Auswachsen mit frischem Wasser stellt die physiologischen Eigenschaften nach ½ bis einer Stunde wieder her, obgleich die Bewegungen einige Zeit noch immer nicht so energisch sind, wie vor der Vergiftung. Romanes*) beobachtete, dass bei Zusatz einiger Krystalle des Sulfates von Strychnin ($C_{21}H_{22}N_2O_2$) die Stacheln von *Echinus* rigid-rosettenförmige Anordnung annahmen, in welche sie nach der noch möglichen Antwort auf andere Reizung, stets wieder zurückkehrten; bei zunehmender Lösung des Strychnins, welche schwacher Ansäuerung des Wassers folgt, geriethen die Stacheln in grosse Unordnung, Spontaneïtät und Irritabilität gingen verloren, und es erfolgte der Tod. Strychninnitratlösung 1 : 500 hebt nach Krukenberg†) zu-

---

*) (577. p. 136.)

**) Preyer, I. 1886—87. p. 109.

***) Greenwood, M., On the Action of Nicotin upon Certain Invertebrates. Journ. of Physiol. XI. 1890. p. 573—605.

†) Krukenberg, I. 1. p. 125 ff.

††) Danilewsky, B., Ueber die physiologische Wirkung des Cocaïns auf wirbellose Thiere. Pflüger's Archiv. Bd. 51. 1892. p. 450.

erst die Bewegungsfähigkeit der *Synapta* auf, ohne dass tetanische Krämpfe vorhergingen, und lässt dann keine vollständige Erholung der Thiere mehr zu, obzwar dieselben bis zu drei Tagen fortleben können. Das neben dem Strychnin in Strychnos-Arten (z. B. Nux vomica) vorkommende, noch wenig in seiner Zusammensetzung bekannte Curarin hebt nach Preyer*) weder in den Magen gebracht, noch im Gefäss gelöst, das Umdrehungsvermögen von *Asterias glacialis* auf (unbestimmte ältere Versuche Vulpian 1859, Steiner 1875, Stassano 1883). Curare, das amerikanische Pfeilgift, welches neben Curin namentlich 3—4 % Curarin enthält, verhielt sich ebenso. Romanes**) destillirte Curarepulver mit wenigen Tropfen Spiritus und setzte dasselbe dem Seewasser, in welchem sich *Echinus* befand, zu. Derselbe wurde bald bewegungslos, adhärirte jedoch fest und befestigte sich, abgerissen, wieder. Die Stacheln geriethen nicht in Unordnung und das Thier konnte sich wieder erholen. *Synapta digitata* wird in einer Curarelösung 1 : 300 (Krukenberg***)) in zwanzig Minuten vollkommen gelähmt; der Hautmuskelschlauch ist schlaff, die normale Reizbarkeit vermindert; Wiederbelebungsversuche gelangen nicht. (Salzsaures Chinin dürfte seiner fällenden Wirkung auf das Muskelplasma nach ein starkes Gift sein. Ref.)

Campher ($C_{10}H_{16}O$) in einer Kruste ein Uhrglas bedeckend, über ein Gefäss mit *Synapta* gestülpt, verursacht heftige Bewegungen, nach 30 Stunden Bewegungslosigkeit, ohne dass Muskelcontraction auf elektrische Reizung unterbliebe; in frisches Meerwasser gesetzt, Erholung nach einer Stunde, obzwar die Muskeln einen geringen Grad von Starre angenommen hatten***).

Durch Digitalis (ein Gemenge von Glucosiden, u. a. Digitalin $C_{35}H_{56}O_{14}$ und Digitonin $C_{27}H_{46}O_{14}$ und dem wirksamsten Bestandtheil Digitoxin $C_{21}H_{32}O_{7}$) verfällt *Echinus* in Scheintod, aus dem er sich zwar wieder erholen kann, aber dauernd geschädigt bleibt (Romanes**)).

2. Giftanpassung.

Experimente über die Anpassungsfähigkeit von Echiniden (oder anderen Echinodermen) liegen nicht vor. Nach einer allgemeinen Regel, dass solche Organismen, die ein albuminoides Gift produciren, gegen dasselbe selbst sehr resistent sind, werden wir erwarten können, dass die Seeigel sich gegen den von ihnen in ihren „Giftzangen" (gemmiferen Pedicellarien) secernirten Stoff nicht anders verhalten. Für andere Thiere (vgl. v. Uexküll†), auch für Seesterne — Prouho††)) ist diese in den

*) Preyer, I. 1886—87. p. 109.
**) (577. p. 136.)
***) Krukenberg, I. 1. p. 125.
†) (661.)
††) (558. p. 1343—1346. — 559. p. 62—64.)

Drüsen klare, dünnflüssige, aber nach dem Entleeren gerinnende Flüssigkeit ein heftiges Gift. (Ausserdem kommen bei Echiniden Giftstacheln vor, vgl. p. 1020.) Seesterne, an andere Thiere verfüttert, wirken giftig (vgl. v. Fürth*)).

3. Chemotaxis.

Sauerstoff. — Prowazek**) fand die Spermatozoen von *Echinus* „aërotrop", indem sie sich im vollen Sonnenbilde um assimilirende Enteromorpha sammelten. — *Sphaerechinus****) und andere kriechen in einem hohen Gefässe infolge Sauerstoffbedürfnisses empor.

Säuren. — Setzt man nach v. Uexküll†) einen Tropfen Essigsäure in ein grosses Gefäss, in dem sich ein *Sphaerechinus* befindet, so werden die nächsten Saugfüsse eingezogen, die entgegengesetzten ausgestreckt, so dass der Seeigel fortkriecht.

Alkohol. — Romanes und Ewart††) geben an, dass ein Seeigel (oder Seestern), ausserhalb des Wassers mit einem Tropfen Alkohol berührt, in der entgegengesetzten Richtung zu entfliehen sucht; Preyer†††) bestreitet, dass eine bestimmte Richtung eingeschlagen wird.

Gelegentlich von Versuchen über Geruchs- und Geschmackssinn macht Nagel§) die folgenden Bemerkungen: Chininbisulfat, Kaliumbichromat und Saccharin, in Seewasser gelöst, wirken auf *Asterias rubens* gleich stark abstossend; werden zwei Arme getroffen, so ist die Fluchtrichtung die Resultirende.

Rohrzucker bewirkt keine Flucht, auch die Saugfüsschen reagiren, *Ophioderma* und *Antedon* reagiren auf denselben nicht; *Holothuria* und *Cucumaria* zeigen vollkommene Gleichgiltigkeit gegen alle angewandten süssen und bitteren Reizstoffe.

Rosenöl, Rosmarinöl und Asa foetida wurden in ähnlicher Weise von Graber§§) untersucht.

Bei Annäherung von Rosenöl nahm die drehende Bewegung nament-

---

*) Fürth, v., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Thiere. Jena, Fischer, 1903. — [Die Freundschaft des Autors gab mir die Möglichkeit, in das Manuscript dieser wichtigen Zusammenstellung Einsicht zu nehmen. — Przibram.]

**) Prowazek, 1900. p. 305—309.

***) Uexküll, J. v., Vergleichende sinnesphysiol. Unters. II. Der Schatten als Reiz für *Centrostephanus l.* Z. f. Biol. 34. 1897. p. 331.

†) (659. 1897. p. 313.)

††) (576. p. 848.)

†††) Preyer, W., Ueber die Bewegungen der Seesterne II. Mitth. Zool. Stat. Neapel. VII. 1886—87. p. 194.

§) Nagel, W. A., Vergleichend-physiolog. und anatom. Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. Bibliotheca zoologica. Heft 18. Stuttgart 1894 (Nägele). p. 175—178.

§§) Graber, V., Ueber die Empfindlichkeit einiger Meerthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centralblatt. VIII. (1888)89. p. 743—754.

lich der ausser Wasser befindlichen Stacheln zu, und es konnte endlich eine Drehung des ganzen *Echinus microtuberculatus* stattfinden. Die Ambulacralfüsschen zogen sich rasch zurück. Aehnlich, aber energischer, wirkten Rosmarinöl und Asa foetida. Seesterne (*Echinaster sespitosus*) zogen Ambulacralfüsschen und Armspitzen zurück, Schlangensterne (*Ophioderma*) und Haarsterne (*Antedon*) suchten Rosenöl zu entfliehen. Unter den Seewalzen zog *Holothuria tubulosa* die Füsschen zurück, junge *Synapta digitata* reagirten nur auf Rosmarinöl, und zwar durch Tentakel- und Körpercontractionen.

Specifische organische Verbindungen. — Die Spermatozoen des *Echinus* scheinen durch eine Substanz, die das lebende Plasma producirt, angezogen zu werden, denn kernlose Eifragmente oder Eier, aus denen durch Schütteln zum grossen Theil die Reservesubstanzen entfernt wurden, locken Spermatozoen in gleicher Weise wie unverletzte Eier an, wogegen ein Zellextract nur in ganz frischem Zustande und zwar stärker concentrirt als auf die Hälfte verdünnt, anziehend wirkt (Prowazek*)).

Nach Stassano**) drängt sich nur bei homonymer Befruchtung eine dichte Corona lebhaft sich bewegender Spermatozoen um die Eier, während bei gekreuzter Befruchtung das Ei verlassen bleibt und nur wenige Spermatozoen sich herumbewegen; wahrscheinlich werde auf diese Art im Meere die Kreuzbefruchtung verhindert. Demnach scheint der Lockstoff bei verschiedenen Arten verschieden zu sein.

Nährstoffe: „Trophotaxis“. — *Toxopneustes spinosus* greift nach Dohrn***) besonders gerne *Squilla mantis* (Heuschreckenkrebse) an, indem er an die ruhenden Krebse mit einigen Saugfüsschen sich anheftet und dann bei Fluchtversuchen seines Opfers sich nachzieht. Prouho†) brachte in einem Bassin mehrere hungernde Exemplare von *Asterias glacialis* mit einem *Strongylocentrotus lividus* zusammen. Die Seesterne greifen den Seeigel sofort an; sobald aber die Ambulacralfüsschen den Seeigel berühren, biegt derselbe von der Berührungsstelle seine Stacheln weg und beisst mit den demaskirten Giftzangen zu, worauf der Seestern schnell seinen Arm zurückzieht. Berührung mit todtem Material genügt nicht zur Entleerung des Giftes (v. Uexküll††)). Tiedemann†††) beobachtete Auswahl bei Nahrungsaufnahme der Seesterne; Romanes§) konnte hungernde Seesterne durch Stücke todter Krabben oder Crevetten anlocken und ihre Bewegungsrichtung gerade umkehren und Preyer§§) bestätigt dies für Asteriden und Ophiuriden.

---

*) Prowazek, 1900. p. 305—309.

**) Stassano, Contribuzione alla fisiologia degli spermatozoïdi. Zool. Anzeiger. 1883. p. 393.

***) (nach O. Schmidt, Brehm's Thierleben, 10. Bd. (3. Aufl.))

†) (558. p. 1343—1346. — 559. p. 62—64.)

††) (661.)

†††) (nach Preyer II.)

§) (577. p. 131.)

§§) Preyer, II. 1886—87. p. 222ff.

Besondere Organe für chemische Sinne (Geruchs- und Geschmackssinn) sind nicht mit Sicherheit bekannt; Romanes konnte seinen Seesternen allmählich die Spitzen aller Arme in beträchtlichem Umfange abschneiden, ohne dass sie die Witterung für Aas verloren hätten; einzelne Arme verhielten sich wie ganze Thiere; nur bei Nervenringdurchschneidungen konnten die Seesterne infolge Aufhebung der Coordination der Lockspeise nicht mehr folgen. Auf die Dorsalfläche gelegte Fleischstücke blieben unberührt; es ist wohl zweifelhaft, ob Romanes daraus den Schluss zu ziehen berechtigt war, dass die Geruchsreception auf der Ventralseite stattfinde. (Vgl. die „Sphäridien“ der Seeigel p. 1041.)

Noll*) fand bei *Echinus*, *Sphaerechinus* und *Toxopneustes* die Beweglichkeit der „Pseudopedicellen“ gesteigert, wenn Speise vom Rücken her sich dem Munde näherte, und hält dieselben daher für „Geruchsorgane“; Prouho**) localisirt den Geruchssinn der Seesterne nach Versuchen mit Ködern in Ambulacralröhren hinter den Augenflecken.

Auch „geblendete“ Thiere (Seesterne) waren im Stande, aus einem Gefässe durch eine Oeffnung in der Scheidewand in ein zweites einem Köder nachzugehen, wenn eine Strömung erregt wurde.

Nagel***) machte ebenfalls die Beobachtung, dass *Asterias glacialis* Fliesspapier von Fleisch zu unterscheiden vermochte, auch wenn alle Endglieder abgeschnitten waren.

II. Feuchtigkeit.

1. Feuchtigkeitsgehalt.

Cohnheim†) fand für ein kleines Exemplar von *Sphaerechinus granularis* bei einer Totalgrösse von 225 cm^3 175 cm^3 Leibeshöhleninhalt. Als Krukenberg††) die lederartige Haut bei einer 390 g schweren *Holothuria tubulosa* öffnete und die Leibeshöhlenflüssigkeit abfliessen liess, wog der Rest fester Substanz nur noch 159 g; ein grosses Exemplar von *Asteracanthion glacialis,* 850 g schwer lebend gewogen, hinterliess zerkleinert 150,3 g (= 17,682 %) Trockensubstanz (davon 20 % anorganische Materie). Sein Wassergehalt wäre also 82,318 % des ganzen Gewichtes.

---

*) Noll, Einige Beobachtungen im Seewasser-Zimmer-Aquarium. Zool. Anz. 2. 1879. p. 405.

**) (558. p. 1343—1346.)

***) Nagel, W. A., Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn u. s. w. Biblioth. Zool. Heft 18. Stuttgart (Nägele) 1894. (p. 178.)

†) Cohnheim, O., Versuche über Resorption, Verdauung und Stoffwechsel von Echinodermen. Z. f. Physiol. Chemie. XXXIII. 1901. p. 13.

††) Krukenberg, C. F. W., Vergleich. physiol. Stud. I. 2. p. 81, 98.

2. Trockenheit.

Auf den trockenen Tisch gebracht, zieht *Echinus* nach Romanes und Ewart*) alle Ambulacralfüsschen ein und benutzt beim Gehen die Laterne als Pivot, über die er durch Stachelbewegung hinüberstolpert; dabei führt dieselbe eine rhythmische Bewegung unter abwechselndem Oeffnen und Schliessen der Zähne aus. Bei Aufwärtsstellung des Oralpoles geht diese Bewegung fort, so lange das Thier in dieser umgekehrten Stellung belassen wird (Athemnoth?).

Seesterne (Preyer**)) und Haarsterne (Frenzel***)) starben, in Luft gebracht ab, letztere ohne Autotomie [?]. Den Schlangenstern *Ophioderma longicauda* sah Riggenbach†), auf das Trockene gebracht, sämmtliche Arme abwerfen.

3. Anpassung an das Landleben.

Da alle Echiniden (und übrigen Echinodermen) Wasserbewohner sind, so dürfte diese Thiergruppe keine grosse Anpassungsfähigkeit an das Leben auf dem Trockenen besitzen. Auch sind keine Keimproducte derselben bekannt, welche das Austrocknen überdauern könnten.

4. Hydrotaxis.

Hängt man nach Preyer††) einen Seestern rittlings so auf, dass ein oder mehrere Strahlen in Seewasser tauchen, so gleitet der Seestern nach dieser Seite hinüber und lässt sich endlich nach Latenzperiode in das Wasser fallen. Tauchen jedoch beiderseits zwei Arme symmetrisch ein, so kann der Seestern in der Luft vertrocknen, ohne seinem Schicksal entfliehen zu können. Dies erklärt sich aus der Gleichwerthigkeit aller Strahlen, indem z. B. beim Sinken des Wasserspiegels ein auf einer Glassäule aufgelegter, mit allen Armen freihängender Seestern keinen bestimmten Strahl (beobachtet nach dessen Lage zur Madreporenplatte) zur Rückkehr in das Wasser vorausschiebt (Preyer††)).

III. Dichte des Mediums.

1. Einfluss wechselnder Dichte.

Süsswasser versetzt Echinodermen in lethargischen Zustand; sie reagiren nicht mehr so schnell auf äussere Reize und werden endlich paralysirt. An Widerstandsfähigkeit stehen sie nur den Cölenteraten nach. Dieselbe wird bei allen Thieren mit abnehmender Temperatur

---

*) (576. p. 845.)

**) Preyer, W., II. p. 204.

***) Frenzel, J., Ueber die Selbstverstümmelung. Arch. f. Physiologie. Bd. 50. p. 197.

†) Riggenbach, E., Beobachtungen über Selbstverstümmelung. Zool. Anz. XXIV. 1901. p. 587.

††) Preyer, II. 1886—87. p. 204, 218.

zwei bis drei Mal so gross (Gogorza y González*)). Haarsterne, die in Brunnenwasser bereits nach 10—30 Secunden fast bewegungslos werden, geben auch ihren Farbstoff ab (Preyer**)). *Holothuria tubulosa* kann durch Süsswasserzusatz in ausgestrecktem Zustande getödtet werden (Schmidt***)). Seesterne und Schlangensterne fallen in Brunnenwasser gebracht, fast sofort in Starre (Preyer**), die aber noch rückgängig gemacht werden kann.

In destillirtem Wasser wird *Synapta digitata* nach 30 Stunden starr, unerregbar und auch bei Wiedereinsetzen in frisches Meerwasser bleibt jede Wiederbelebung aus (Krukenberg†)).

Riggenbach††) sah *Sphaerechinus granularis* und *Echinus microtuberculatus* ihre Pedicellarien und Pedicellarzangen leichter bei Bespülung mit Süss- als mit Seewasser verlieren (vgl. weiter unten „mechanische Insulten").

2. Süsswassergewöhnung.

Obzwar keine Echinodermen in Süsswasser leben, gelingt es, dieselben bis zu einem gewissen Grade an eine Verdünnung des Seewassers zu gewöhnen, namentlich bei niedriger Temperatur (Gogorza†††)). Varigny§) sah Seewalzen (*Holothuria tubulosa* und *Cucumaria pentactes*) noch fünf Tage in einer Mischung leben, die 50 l Süsswasser auf 40 l Seewasser enthielt, nachdem er im Verlaufe von 13 Tagen, mit 20 l Süsswasser auf 70 l Seewasser beginnend, den Süsswassergehalt allmählich auf jenes Mass gesteigert hatte.

Frédericq§§) schreibt es dem mangelnden Drucke zu, dass die *Echinus sphaera*, welche in 50 brasses Tiefe zu leben gewohnt sind, sich im Aquarium zu Roscoff schlecht hielten.

3. Tonotaxis.

Nach Preyer§§§) ziehen sich Seesterne ausnahmslos in das Seewasser zurück, wenn man sie so aufhängt, dass sie gleichmässig mit einer Anzahl Arme einerseits in See-, andererseits in Süsswasser tauchen.

---

*) Gogorza y González, D. J., Influenca del aqua dulce en los Animales Marinos. Ann. de la Soc. Exp. Hist. Nat. XX. 1891. p. 220—271. [Nach einem von Davenport mitgetheilten englischen Auszuge von F. C. Waite.]

**) Preyer, II. p. 112, 193.

***) Schmidt, O., Die niederen Thiere. Brehm's Thierleben. X. 2. Aufl. 1878. p. 423.

†) Krukenberg, I. 1. p. 125ff.

††) Riggenbach, 1901. p. 588.

†††) Gogorza, 1891.

§) Varigny, H. de, Beitrag zum Studium des Einflusses des süssen Wassers auf die Seethiere. Centralbl. f. Physiol. I. 1888. p. 566—568.

§§) (230. p. 430.)

§§§) Preyer, II. p. 204.

IV. Mechanische Agentien.

(„Molar Agents".)

1. Berührung, Durchtrennung, Autotomie.

Die Einwirkung mechanischer Insulten (Druck, Stoss u. s. w.) ist, solange keine Durchtrennung des lebenden Protoplasmas stattfindet, lediglich eine Auslösungserscheinung, indem vorgebildete, labile Chemismen durch dieselben zu Arbeitsleistung gelangen, z. B. Phosphorescenz begünstigt wird. (Die bei den Echiniden vorkommende Phosphorescenz, vgl. p. 1085, ist noch nicht genauer untersucht worden.)

Bei *Sphaerechinus granularis* schliessen sich die Pedicellariae globiferae bei Berührung eines festen Körpers und secerniren eine mucöse Substanz, die nach dem Oeffnen sammt dem zu entfernenden Fremdkörper leicht weggewaschen werden kann (Sladen*); vgl. auch p. 1024 und 1038). Aehnlich verhalten sich die Paxillen von *Astropecten aurantiacus**). Die Zangen der tridactylen Pedicellarien (vgl. p. 1033) besitzen an der Basis der Zangenglieder einen weissen Fleck, den v. Uexküll**) geradezu als Druck-Sinnesorgan anspricht. Die Zangenglieder sind von einander unabhängig, da nach Entfernung einer die zwei anderen wie normal zusammenklappen.

Die Latenzzeit ist sehr kurz. Das Aufklappen beruht vielleicht auch auf einem Reflex, da beim ruhigen Thiere viele Zangen zusammengeklappt sind und erst auf Stoss (oder chemischen Reiz) sich öffnen. Auch bei durchschnittenem Zangenstiel werden die Reflexe ausgelöst, nicht aber bei Hautreizung; daher muss das Centrum in der Zangenbasis localisirt sein. Die Zangen dienen zur Entfernung von auffallenden Gegenständen, unterstützt von einer Flimmerbewegung der Oberhautzellen. Sie packen sich aber auch gegenseitig oder die nächsten Stacheln, können also keinen Unterschied zwischen dem eigenen Körper und der Aussenwelt machen.**) Gegen die auf den Seeigeln parasitisch lebenden Copepoden sind sie nutzlos, da diese durch die geschlossenen Zangen zu schlüpfen vermögen.**)

Aehnliche Angaben hatten schon früher Romanes und Ewart***) über die Pedicellarien von *Echinus* gemacht: dieselben ergreifen sofort ein Stück vorbeistreifenden Seetang; auch isolirte greifen zu, lassen aber nicht mehr, wie normaler Weise, nach ein bis zwei Minuten wieder los; es wird auf den Nutzen aufmerksam gemacht, den die Lage des sensitivsten Punctes an der Basis der Zangen hat, dass nämlich die zu haschenden Gegenstände ordentlich in den Bereich der Klappzange gelangen können, ehe das Zuschnappen erfolgt; an der Aussenseite gestreichelt, öffnen sich die Pedicellarien, was mit der Nähe eines zu fassenden Gegenstandes in Verbindung gebracht wird.

---

*) (614. p. 101—114. Abb. XII u. XIII.)
**) (659. p. 303—305.)
***) (576. p. 851—852.)

v. Uexküll*) findet den Stachelreflex normaler Weise im Tonus; erst bei Hautberührung werden die früher starren Stacheln leicht beweglich.

Die Saugfüsschen (*Arbacia*, *Sphaerechinus*) reissen nach vorhergehender schwacher Erschütterung, wenn man dann den Seeigel von seiner Unterlage abzuheben sucht, oft durch, nur selten bei plötzlichem Abreissen. Nach kräftigem Erschüttern durch Schläge werden jedoch die meisten Saugfüsschen eingezogen.*) Nach Preyer**) retrahiren die Seesterne bei mechanischer (und anderer) Reizung ihre Ambulacralfüsse. Bei starkem Anfassen fand er die Thiere manchmal in tetanischer Starre.**)

Merkwürdig ist die Gewohnheit einiger Seeigelarten, so z. B. von *Strongylocentrotus lividus*, und zwar, wie Schmidt angiebt***), nur der Weibchen, mit den Saugfüsschen Muschelstücke, Ulva u. s. w. aufzuladen und auf dem Rücken festzuhalten; nach Dohrn†) bei *Toxopneustes brevispinosus* dazu dienend, sich unbemerkt an ihre Lieblingsbeute, den Heuschreckenkrebs (*Squilla mantis*) heranmachen zu können.

Riggenbach††) beobachtete Abwerfen der Pedicellarien und Pedicellarzangen von *Sphaerechinus granularis*, *Echinus microtuberculatus*, nicht aber *Arbacia pustulosa*, wenn er die Seeigel mit Meerwasser (allerdings noch besser mit Süsswasser) bespülte. Er konnte sich nicht davon überzeugen, ob eine rein mechanische Abreissung oder eine durch eigenen Reflexapparat vorbereitete Autotomie vorliege. Die Verbindung mit einem Fluchtreflex (s. p. 1032 und weiter unten) dürfte für letzteres sprechen.

Wird ein angewachsener Stachel von *Dorocidaris papillata* nahe seiner Basis abgebrochen, so wird der Rest auch abgeworfen (und ein neuer regenerirt — Prouho†††)). Ueber die viel weitgehendere Autotomie anderer Echinodermen vgl. Seewalzen p. 418—422; Seesterne p. 727; Schlangensterne p. 883 u. s. w. (Regeneration siehe weiter unten D. I. 1).

Direct wirkt die Durchtrennung des ovalen Nervenringes, indem sie mit der Aufhebung der nervösen Verbindung der einzelnen Radien die Coordination hindert (Seeigel — Fredericq§), v. Uexküll§§), Cohnheim§§§); Seesterne — Vulpian*†), Preyer**†); Schlangensterne**†)). Ebenso kann durch Umschneidung die Ausbreitung des

*) (659. p. 306—307.)
**) Preyer, I. 1886—87. p. 37.
***) Schmidt, O., p. 430—431.
†) Dohrn, 1875 ct. Schmidt, p. 431.
††) Riggenbach, 1901. p. 588.
†††) (556. p. 213—288. 4tbs.)
§) Fredericq, 1876. II. p. 908—910.
§§) (663. p. 449.)
§§§) Cohnheim, 1901. p. 32.
*†) Vulpian.
**†) Preyer, II. p. 194.

Stachelreflexes auf mechanische Berührung oder Verwundung hintangehalten werden (Frédericq*), Romanes und Ewart**), v. Uexküll***)).

2. Thigmotaxis.

Romanes und Ewart†) haben eine Reihe von Versuchen über die Beeinflussung der Bewegungsrichtung von Seeigeln durch mechanische Reize angestellt: 1. Abschnitt der Stachelspitzen in der Richtung der Bewegung — keine Wirkung. 2. Abschnitt der Füsschen in der Richtung der Bewegung — die restlichen der Reihe wurden zurückgezogen, Pause von einigen Minuten, dann Wiederaufnahme der Bewegung in unveränderter Richtung. 3. Ausrupfen einiger Pedicellariae — keine Wirkung. 4. Auskratzen eines kleinen Oberflächenstückes mit einer Nadel — sofortiger Stillstand und dann Umkehr der Bewegungsrichtung (1—4 am Aequator ausgeführte Operationen). 5. Zwei Puncte an entgegengesetzten Stellen des Aequators mit Nadel ausgekratzt — kriecht in Linie senkrecht zur „Verletzungslinie". 6. Die gleiche Operation am Aboralpol — keine Wirkung (keine Determination zur Flucht in einer oder der andern Richtung). 7†). Desgleichen, aber nahe Aboralpol oder halbwegs zwischen Aequator und Aboralpol — wenig oder keine Wirkung. 9) Einheitlicher Ring um Aequator — gleiches Resultat. 10. Erweiterung einer Wunde an einem Ort — Wegkriechen von dieser Richtung. 11. Wie 4, aber basal vom Aequator — Umkehr der Bewegung. 12. Nach einigen Minuten wiederholt, abermalige Umkehr. 13. Halbwegs zwischen zwei Wunden von 11 und 12 gekratzt — schiefe Bewegung und Rotation um verticale Ebene. 14. Anzahl von Wunden — Tendenz zur Rotation. — Die allgemeine Locomotion bleibt auch bei Zerstörung des Zusammenhanges äusserer Partien aufrecht†), während Stachel- und Pedicellarienreflexe durch Umschneidung localisirt werden.

Halbe Echini oder Radien solcher und noch kleinere Stücke leben tagelang und verhalten sich wie ganze†). Nur durch Zerstörung des Nervenringes wird die Coordination aufgehoben.

Das von den genannten englischen Forschern als allgemein für Seeigel und Seesterne aufgestellte Gesetz, dass dieselben, mit Nadel berührt oder geschnitten, stets in der dem Reize entgegengesetzten Richtung, bei zwei Reizen in der Diagonale entfliehen†), bestreitet Preyer††), der Seesterne keine bestimmte Richtung einschlagen sah, während nach W. W. Norman und Loeb†††) das Einschlagen der Diagonale auf die Bewegungseinstellung des gereizten Armes zurückzuführen ist.

---

*) Frédericq, 1876. II. p. 908—910.

**) (576. p. 856.)

***) (659. p. 309)

†) (576. p. 853, 854, 856, 862, 848.)

††) Preyer, II. p. 194.

†††) Loeb, J., Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie. Leipzig, J. A. Barth, 1899. p. 42—43.

Erwähnt wurde bereits, dass der Giftzangenreflex bei *Sphaerechinus* nach v. Uexküll stets mit einem Fluchtreflex verbunden ist, der durch die Saugfüsschen in die entgegengesetzte Richtung, als der Angriff geschah, ausgeführt wird (vgl. p. 1032).

Preyer*) hat ausführliche Schilderungen gegeben, wie Seesterne sich von aufgelegten Glasplatten, aus Nadelumfriedungen und aufgesteckten Schlauchstücken (namentlich Ophiuren**)) zu befreien im Stande sind; nach Loeb***) ist letzteres aber nur Zufall.

Mit positiver Thigmotaxis (Stereotaxis) dürfte die Selbstwendung der Echinodermen zusammenhängen, die jedoch im Interesse einer einheitlichen Darstellung erst beim Einfluss der Schwerkraft erörtert werden möge.

Positive Thigmotaxis kommt ferner für die Annäherung von Spermatozoen, wenigstens dort, wo keine chemische Anlockung stattfindet (Kreuzbefruchtung — Stassano†), s. o.), in Betracht.

V. Schwerkraft.

1. Stacheltonus.

Normaler Weise sind die Seeigelstacheln unabhängig von der Schwerkraft im Tonus, erst bei Schädigung, z. B. durch Kohlensäure (s. o.), senken sie sich der Schwere nach (v. Uexküll††)).

2. Selbstwendung.

Die Seeigel (und Seesterne) sind stets so orientirt, dass sie ihrer Unterlage die Oralseite zu-, die Aboralseite abwenden.

Werden sie umgekehrt, so suchen sie sich durch Selbstwendung wieder in ihre frühere Orientirung zu bringen.

Nach Romanes und Ewart†††) stellt *Echinus* durch Ausstrecken und Anheften der Saugfüsschen von zwei bis drei Zonen den Aequator zunächst senkrecht. Es ist unbestimmt, welche Radien angreifen, doch werden bei manchen Exemplaren stets dieselben bevorzugt (als Marke dient ihre Stellung zur Madreporenplatte). Im Momente der Senkrechtstellung findet oft eine Ruhepause statt und dann lässt sich der Seeigel ebenso langsam auf seine Oralseite hinab, als er sich aufgestellt hat. Dabei krümmen sich die Pedicellen der nun nach abwärts kommenden Radien noch vor dem Contacte mit der Unterlage†††). Halbe Echini, Radien und kleinere Stücke drehten sich ebenfalls um†††), nicht aber

*) Preyer, II. p. 194ff.
**) —— I. p. 125ff.
***) Loeb, J., Einleitung u. s. w. 1899.
†) Stassano, 1883. p. 393.
††) (659. p. 306, 311.)
†††) (576. p. 843 (Fig. 23, 25); 868, 862, 843.)

geschwächte Thiere*) oder solche, denen der Nervenring durchschnitten.

Frédericq**) beobachtete an *Strongylocentrotus lividus* ebenfalls, dass bei denselben bei Durchtrennung der Nerven durch fünf Einschnitte in die Buccalmembran keine Selbstwendung (ebenso wie keine andere Ortsbewegung) erfolgte, obzwar die Ambulacralfüsschen nicht paralysirt werden. Hingegen war dieselbe noch nach viel schwereren anderen Verletzungen, die in die Intervalle der Ambulacralnerven fallen, oder nach Abtragung eines Theiles der Anus-Hemisphäre mit den Genitaldrüsen möglich. v. Uexküll***) bestreitet die Tragweite dieser Durchschneidungsversuche, weil Seeigel sich auch sonst oft nicht selbst umdrehen könnten.

Cohnheim†) durchschnitt neuerdings gelegentlich anderer Versuche die Mundmembran von *Sphaerechinus granularis* rings um die Laterne und nahm diese heraus; die Seeigel konnten sich dann in der Regel nicht mehr umdrehen. *Spatangus* dreht sich gewöhnlich über das breitere Ende und nur mit Hilfe der langen Stacheln um (Romanes und Ewart††)); grosse Exemplare sind überhaupt ausser Stande hierzu. Diese Seeigel können auch nicht senkrecht emporklettern.

Romanes und Ewart††) haben Seeigel (*Echinus?*) halb geschoren und umgekehrt orientirt aufgestellt. Die Thiere stellten den Aequator mittelst der ungeschorenen Ambulacralfüsse senkrecht, verharrten aber dann, als die nächst daran kommenden Füsschen, welche die Abwärtsbewegung nach der entgegengesetzten Richtung übernehmen sollten, fehlten, in dieser Stellung bis zu ihrem Tode.

Die englischen Forscher entnehmen diesem Versuche, dass die Schwerkraft als ein continuirlicher, hier nutzloser Reiz wirkt und eine Umkehr der Pedicellenbewegung, die an und für sich sonst vorkommt und hier den Tod verhindern könnte, nicht zulässt.

Ob ein serialer oder centraler Reflex für die Selbstwendung massgebend ist, konnte auch an den geschorenen und suspendirten Seeigeln nicht entschieden werden; es wurde eine Combination beider für wahrscheinlich gehalten.

Als Romanes†††) *Echinus* (auf Darwin's Geometrismus-Apparate) in einer Verticalebene rotiren liess, machte derselbe keinen Umdrehungsversuch. Wieder zur Ruhe gebracht, drehte er sich nach zwei bis drei Minuten um. Wenn er während des Aufstellens, z. B. bei Aufrichtung des Aequators, rotirt wurde, blieb er während der Rotation unverändert

*) (576. p. 843 (Fig. 23, 25); 868, 862, 843.)

**) Frédericq, L., Expériences physiologiques sur les fonctions du système nerveux des Echinides. C. R. T. 83. 1876. II. p. 908—910.

***) (659. p. 306, 311.)

†) Cohnheim, 1901. p. 32.

††) (576. p. 847, 868.)

†††) (577. p. 134, 135.)

in der aufgerichteten Stellung. Selbst sehr rasche Rotation störte nach wieder eingetretener Ruhe nicht das Functioniren der Nervencentren.

Wurde *Echinus* in einem gerade so grossen Wassergefäss gehalten, dass er allseits die Wände desselben berühren konnte, so drehte er sich kreisend, bis die Oralfläche in Apposition mit einer Fläche des Gefässes stand*). Dürfte gerade bei diesem Versuche Thigmotaxis eine nicht unbedeutende Rolle neben der Schwerkraft spielen, so könnte doch zu Gunsten des Einflusses der letzteren erwähnt werden, dass Preyer**) Selbstwendung bei Seesternen sah, die er im Wasser frei und umgekehrt orientirt suspendirt hatte, indem er durch jede Armspitze einen an einem Korkplättchen befestigten Faden zog.

Nun befestigte aber Loeb***) den Seestern von vornherein so an die Korkplatte, dass die Bauchseite dem Boden zugekehrt war, und nun drehte sich der Seestern auch um, und zwar in die Rückenlage. Das spricht dafür, dass der Seestern ventral-stereotropisch ist, dass er unruhig wird, wenn seine Ambulacralfüsschen nirgends feste Körper berühren.

Ueber die Selbstwendung der Schlangensterne vgl. p. 885—886. Massgebend soll die durch die Rückenlage bewirkte Aenderung der Muskelspannung und die damit gegebene Erregung centripetaler Nerven sein.

3. Geotaxis.

Negative Geotaxis. — Viele Echinodermen (namentlich Seesterne und Seewalzen) zeigen das Bestreben, an verticalen Wänden emporzukriechen. Es handelt sich hierbei (bei *Asterina gibbosa* und *Cucumaria cucumis* — Loeb†)††)) weder um einfallendes Licht (Verdunkelungsversuche), noch um Sauerstoffbedürfniss (Emporkriechen von einer Zufuhr weg†)) oder hydrostatischen Druck (gleiche Erscheinung bei bloss ein bis zwei Centimeter Wasserhöhe), Rheotropismus und Hydrotropismus (die bei den Versuchsbedingungen gar nicht in Betracht kamen); bei Drehung des Gefässes um die horizontale Axe kriechen sie unermüdlich immer wieder nach oben, so oft die Scheibe um 90° gedreht wird, und zwar erst $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde nach Drehung; es handelt sich also nicht um compensatorische, durch die Centrifugalkraft ausgelöste Bewegung. Es bleibt also nur die Abhängigkeit von der Schwerkraft, die diese Thiere auch zu Oberflächenbewohnern des Meeres macht. Während *Asterina gibbosa*, die ausserordentlich gefrässig ist, wenn sie am höchsten Puncte keine Nahrung findet, etwa nach zwei Tagen oder selbst früher sich wieder in Bewegung setzt, bleibt *Cucumaria* dauernd sitzen.

---

*) (577. p. 134, 135.)
**) Preyer, I. p. 113.
***) Loeb, Einleitung in die vergl. Gehirnphysiologie u. s. w. 1899. p. 42.
†) J. Loeb, 1899. p. 43—47.
††) J. Loeb, Ueber Geotropismus bei Thieren. Pflüger's Arch. 49. 1891.

VI. Elektricität.

Frédericq*) galvanisirte einen Ambulacralnerven bei *Strongylocentrotus lividus* mittelst der elektrischen Zange oder Inductionsspule und bewirkte sofortiges Zurückziehen aller Ambulacralfüsschen der Zone. Die Muskeln der Laterne contrahirten sich auf elektrischen Reiz energisch, aber nicht plötzlich (Verhalten glatter Muskeln; Frédericq**)).

Krukenberg***) sah Seewalzen (*Synapta digitata*) in chloroformirtem oder ätherisirtem Wasser starr und elektrisch unerregbar werden.

Nagel†) konnte keine Reaction der Echinodermen (*Asterias glacialis*, *Echinaster sespitosus*, *Ophioderma longicauda*, *Antedon rosaceus*) auf die von ihm verwendeten Ströme erkennen, offenbar weil das von ihm verwendete modificirte Bunsenelement†) zu schwach war. v. Uexküll††) experimentirte mit einem Stromkreise von vier Danielelementen und fand bei monopolarer Reizung bei aufgelegter Anode Hinneigen der Seeigelstacheln zur Elektrode, bei aufgelegter Kathode hingegen ein Auseinanderfahren der Stacheln von der Elektrode fort. Letztere wirkt so wie jeder andere stärkere††), die Anode wie ein schwächerer Reiz. Bei der infolge Kohlensäurevergiftung eintretenden Stachelsenkung war elektrische Reizung anfänglich noch möglich. Durch elektrische Reizung der Radialnerven††) können Stachelbewegungen hervorgerufen werden. Die Laterne neigt sich bei elektrischer Berührung der Aurikeln oder Radialnerven beim Durchtritt durch dieselben (sowie längs ihres Verlaufes auf der Mundmembran) der Reizstelle zu (im Gegensatz zu starker mechanischer Reizung), während die zunächst liegenden Auricularmuskeln, direct gereizt, den entgegengesetzten Effect ausüben, die Laterne entfernen und die Zähne derselben heranziehen. Daher kann der erstgenannte Effect nicht auf einer durch diese Muskeln gehenden Stromschleife beruhen††).

VII. Licht und Schatten.

1. Registrirapparat Uexküll-Schönlein.

v. Uexküll†††) benutzte zur Beobachtung der Stachelbewegungen bei der Einwirkung von Licht und Schatten einen von Professor Schönlein construirten Apparat. Derselbe besteht aus einem verschliessbaren Holzkasten, in welchen die horizontal gestellte Trommel des Kymographions gerade hineinpasst. An der vorderen Seite befand sich ein verstellbarer Spalt mit Verschlussschieber. Die Trommel wurde mit Eastman-Papier bespannt.

---

*) Frédericq, 1876. II. p. 908—910.

**) —— 1876. p. 439.

***) Krukenberg, I. 1. p. 125 ff.

†) Nagel, W. A., Fortgesetzte Beobachtungen über polare galvanische Reizung bei Wasserthieren. Arch. f. ges. Physiol. LIII. 1893. p. 337, 333.

††) (659. p. 307, 308, 309, 313.)

†††) (660. p. 321 ff.)

Der Seeigel (*Centrostephanus*) befand sich vor der Trommel in einem Seewasserbassin mit zwei parallelen Spiegelglaswänden, das sonst aus schwarzem Holze war. Ein Carton, der zur Erzeugung von Beschattung verwendet wurde, zeichnete auf dem Eastmanpapier einen weissen Verticalstreif, die Zeit und die Stacheln des Seeigels weisse Horizontallinien ein. — Die anderen Forscher, welche Einfluss von Licht und Dunkel studirten, bedienten sich keiner besonderen Apparate, als höchstens verschiedenfarbiger Unterlagen oder Gläser.

2. Photo-chemische Pigmente.

Mehrfach sind bei den Echiniden violette Pigmente gefunden worden. v. Fürth*) schreibt hierüber: „Viele Seeigel (z. B. *Toxopneustes lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Echinus esculentus*, *Spatangus*) enthalten blauviolette Pigmente, die mit verdünnten Säuren, mit Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff u. dgl. extrahirbar sind (Krukenberg**)***), Griffiths†)). Dieselben scheinen im Allgemeinen kein charakteristisches spectrales Verhalten aufzuweisen. Doch extrahirte Krukenberg***) aus den Stacheln von Acrocladien mit säurehaltigem Wasser einen Farbstoff, der durch Neutralsalze, sowie auch durch Kupfersulfat und Gerbsäure, nicht aber durch Quecksilberchlorid in Form von blauvioletten Flocken gefällt wurde und der mit concentrirter Schwefelsäure eine prachtvoll kirschrothe Färbung gab. Letztere zeigte drei Absorptionsstreifen: einen hinter D, einen in der Nähe von E und einen vor F. Griffiths†) erhielt durch Lösen des violetten Pigmentes von *Echinus esculentus* in Benzin nach vorausgegangener Behandlung mit Soda eine amorphe Substanz von der Zusammensetzung C 77,15 %, H 5,02 %, N 11,08 %, die bei der Spaltung mit concentrirten Mineralsäuren angeblich in Leucin und Ameisensäure zerfallen soll.“

Die Lichtempfindlichkeit einer dieser Stoffe ist aber erst von v. Uexküll††) beobachtet worden. Gelegentlich seiner Untersuchungen über das Verhalten von Seeigeln gegenüber Licht und Schatten giebt er folgenden Bericht: „Zieht man eine *Sphaerechinus*-Schale mit absolutem Alkohol aus, so geht nur ein einziger Farbstoff in Lösung, sehr im Gegensatz zum Süsswasser- oder Glycerinauszug, die alle möglichen Farbstoffe enthalten. Dieser im Alkohol lösliche Farbstoff erscheint purpur- bis weinroth und ist sehr empfindlich für directes Sonnenlicht. Ich lasse eine Versuchsreihe folgen, die in der Mittagssonne eines Neapler Julitages angestellt war: 1 h 23′ Lösung weinroth, 1 h 25′ heller weinroth, 1 h 27′ rosa, leicht gelblich, 1 h 29′ gelbrosa, 1 h 31′ gelb, Stich ins Rosa, 1 h 35′ goldgelb (die

---

*) v. Fürth, 1903. (Capitel: Farbstoff der Echinodermen.) vgl. p. 1179 Note.

**) Krukenberg, C. W. F., (Die Pigmente.) Vergl. Stud. II. 2. 1882.

***) ——, Vergleichend-physiologische Vorträge. 1886. p. 130—134.

†) Griffiths, A. B., Sur la matière colorante d'Echinus esculentus. C. R. T. 131. 1900. p. 421.

††) (660. p. 331—332.)

letzten drei Farben: Chamois Kühne), 1 h 40′ gelb, 2 h 23′ ganz blassgelb, fast farblos. Nach zwei Minuten war bereits ein deutlicher Unterschied zu sehen bei Vergleichung mit der im Dunkeln gehaltenen Probe und nach sechs Minuten war die weinrothe Farbe schon in entschiedenes Gelb umgeschlagen. So verhalten sich die Proben, die den Farbstoff concentrirt enthalten, bei Verreibung der Schale mit möglichst wenig Alkohol. Ist die Purpurfarbe ausgezogen, so erhält man bei weiterem Ausziehen mit Alkohol die gelbe Stufe, die im Lichte langsamer verblasst. Da im diffusen Tageslicht die Zersetzung des Purpurs Stunden in Anspruch nehmen kann, so kann man alle Manipulationen in diesem vornehmen. Im Dunkeln ist jede Farbenstufe unbegrenzt haltbar. Erhitzen verändert die Farbe nicht. Mit dem Sehpurpur unserer Augen hat der Seeigelpurpur nichts gemein, denn abgesehen von seiner Haltbarkeit im Alkohole ist er im Gegensatz zu ersterem abhängig von der Reaction des Mediums. Bei Säurezusatz schlägt er ins Ziegelrothe, bei alkalischer Reaction wird er schwärzlich, neutralisirt erhält er wieder seine alte Purpurfarbe und ist lichtempfindlich wie vorher.

Ich habe von einem in Seewasser in der Sonne liegenden Stück einer *Sphaerechinus*-Schale bloss gelben Farbstoff erhalten, während ein unter gleichen Bedingungen im Dunkeln gehaltenes Stück desselben Thieres Purpur lieferte. Jedoch musste ich die Versuche in dieser Richtung aufgeben, weil die Thiere infolge der eingetretenen grossen Hitze zu rasch starben, und absterbende Stücke an sich schon bloss gelben Farbstoff liefern können. — Von *Centrostephanus* (für abschliessende Untersuchungen verfügte ich nicht über die genügende Anzahl von Exemplaren) habe ich mit Alkohol nur gelben Farbstoff erhalten, der sich wie die gelbe Stufe des *Sphaerechinus*-Purpur verhielt. Ein Auszug mit 5 % Cholatlösung zeigte eine etwas röthliche Färbung, die gleichfalls am Licht verblasste. Die 5 % Cholatlösung zieht bei *Sphaerechinus* den Purpur zuerst aus und dann allmählich die anderen Farbstoffe und ist daher neben dem Alkohol auch anwendbar. Um den Purpurs bei *Centrostephanus* direct zu Gesicht zu bekommen, musste ich ein anderes Verfahren anwenden. Reibt man bei *Sphaerechinus* die Innenseite der Schale leicht mit einem Tuch, so tritt purpurner Farbstoff durch die Lücken des Kalkskelettes nach innen. Das gleiche Verfahren bei *Centrostephanus* angewandt, zeigte mir gleichfalls Purpur, der am Lichte rasch verblich. Die übrigen Farbstoffe sind lichtbeständig.“ Ferner giebt v. Uexküll*) noch an, dass die Tropensonne zu Dar-es-Salaam den *Sphaerechinus*-Purpur etwa sechsmal so schnell bleichte als die Neapler.

Unter den Seesternen hat Preyer**) eine ganz ähnliche photochemische Empfindlichkeit der Haut bei dem oben rothen *Palmipes membranaceus* erwähnt, der nach dem Trocknen im Dunkeln roth bleibt, im diffusen

*) (663. p. 470.)
**) Preyer, 1886—86. II. p. 222.

Tageslicht bald weiss wird. Der gelbe *Chaetaster longipes* wurde unter derselben Bedingung violett.

3. Wirkung von Licht und Schatten auf lebende Seeigel.

Pigmentwanderung. — *Centrostephanus longispinosus* entfärbt sich, eine halbe Stunde im Dunkeln belassen; alle Chromatophoren ziehen sich zusammen mit Ausnahme derjenigen der Madreporenplatte; bei jungen Exemplaren entfärbt sich der dunkle Analstern; dieser tritt bei älteren Exemplaren bei Belichtung zuerst auf, bis nach $^1/_4$ Stunde wieder vollkommen dunkle Färbung eintritt (v. Uexküll*)). *Arbacia pustulosa* ist in der Dunkelheit braun, im Licht tiefschwarz (v. Uexküll*)).

Stachelbewegung. — Im Gegensatz zu Frédericq**), der bei *Toxopneustes lividus* nicht die geringste Empfindlichkeit gegen künstliches oder Sonnenlicht, selbst mit einer Lupe concentrirt, wahrnehmen konnte, heben alle neueren Beobachter die Lichtempfindlichkeit der Seeigel hervor (Romanes und Ewart***), Sarasin†), Nagel††), v. Uexküll*)†††)). v. Uexküll*) fand die Stacheln von *Centrostephanus longispinus* nicht lichtempfindlich, wohl aber trat, wenn die Körperhaut directem Sonnenlichte ausgesetzt wurde, ungeordnete Stachelbewegung auf.

Beschattung hatte eine Verlängerung der Latenzzeit*) gegen mechanische Reize (Berührung mit Rohrstäbchen) zur Folge ($^1/_2$ gegen $^1/_{10}$ Secunde); nach drei Beschattungen hörte der sonst auf Beschattung ausgelöste Stachelreflex, nämlich Stellung der Stacheln gegen den beschattenden Gegenstand, auf*), um in zwei bis drei Minuten wiederzukehren.

v. Uexküll hat seine Untersuchungen in Dar-es-Salaam an zwei Arten *Diadema* und einer *Cidaris*§) (welche im Gegensatze zur Neapler Art deutlich auf Beschattung reagirt) fortgesetzt, nachdem er die Thiere durch Herausnahme der Laterne an Locomotion gehindert hatte. Er beobachtete, dass der Schattenreflex keine Fluchtbewegung, sondern eine blosse Abwehrbewegung sei. Er dient dazu, den Seeigel, der mit der Mundseite am dunkelsten Orte sitzt, vor den Feinden zu schützen, deren Anwesenheit sich durch Verdunkelung des Horizontes kundthut. Nur die von dieser Verdunkelung afficirten Stacheln bewegen sich dem Feind entgegen. Das kommt dadurch zu Stande, dass die Muskeln sich contrahiren und derart die Stacheln dem dunklen Gegenstande entgegenführen.

---

*) (660. p. 330; 321 ff, 326, 330.)

**) Frédericq, 1876. p. 434.

***) (576. p. 855.)

†) (587. p. 1—18.)

††) Nagel, W. A., Der Lichtsinn augenloser Thiere. Eine biologische Studie. Jena, Fischer, 1896. p. 33.

†††) (663. p. 447—476.)

§) (663. p. 448—454.)

Der Schattenreflex reagirt auf vorüberziehende Wolken ebensogut wie auf einen Feind und kann nur nützen, wenn der Seeigel durch einen Fluchtreflex an den finstersten Ort gewandert ist. Die Annäherung eines hellen Gegenstandes merkt der Seeigel nicht, während er auf der andern Seite gegen eine durch Entziehung von reflectirendem Briefpapier gesetzte Verdunkelung mit Schlagen der Stacheln reagirt. An jedem Schalenstück kann jedoch die allgemeine Stachelbewegung durch Sonnenlicht hervorgerufen werden; herausgeschnittene Interradien zeigen, wenn auch schwächer, Lichtreflex; mit der Lupe können Gehstacheln bewegt werden. Der Schattenreflex erfordert mindestens ein kleines Schalenstück, $^1/_4$ cm hoch und $^1/_2$ cm lang, das Stachel und Stück Radialnerv enthalten muss; weiteres Herabgehen in der Grösse ist unthunlich, weil wenigstens ein Seitennerv vorhanden sein muss, der die Verbindung mit der Haut herstellt. Durchschneidungsversuche hatten nämlich schon bei *Centrostephanus**) ergeben, dass der Beschattungsreflex abhängig ist von der Erhaltung der innerlich gelegenen Radialnerven, unabhängig von Nervenring und Ocellarplatten.

4. Phototaxis und Photopathie.

*Centrostephanus***) sucht in diffusem Tageslicht immer die dunkelste Ecke auf und wendet den Analpol dem Lichte zu; ja selbst in dem von einem Heliostaten gelieferten Sonnenlicht wird er in dieser Lage leicht festgehalten, wenn er von irgend einem kleinen Gegenstande beschattet wird. Dieser Seeigel, sowie *Arbacia pustulosa*, kriecht in einem hohen Gefässe im Dunklen empor, im Hellen wieder hinab. *Sphaerechinus* beginnt auch im Hellen an der Glaswand eines kleineren Gefässes in die Höhe zu klettern (vgl. oben Chemotaxis: Sauerstoff), aber stets an der vom Licht abgewandten Seite. Dreht man das Gefäss um, oder lässt man das Licht von der entgegengesetzten Seite auf ihn einwirken, so kriecht er wieder hinab und an der anderen Seite empor oder in gleicher Höhe dahin.

Fluchtreflex auf Licht mit Beschattungsreflex zeigten noch***) *Diadema* (zwei Arten), *Astropygen*, *Echinotrix*, *Cidaris* (Dar-es-Salaam), ohne Beschattungsreflex *Sphaerechinus*, *Strongylocentrotus*; keine Art war ohne Belichtungsreflex.

Nach Romanes und Ewart†) suchen Echini im dunklen Aquarium einen schmalen Lichtspalt bis auf wenige Procente auf, auch wenn die thermischen Strahlen des diffusen Tageslichtes durch zwei Glasplatten abgehalten wurden (Farbenversuche wurden mangels genügender Apparate

*) (660. p. 326.)
**) (660. p. 321 ff.)
***) (663. p. 448 ff.)
†) (576. p. 855.)

unterlassen). Ebenso verhielten sich Seesterne (Tiedemann*)). An einem solchen, *Asteracanthion rubens*, stellte auch Graber**) Versuche über Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit an. In einem Gefässe, dessen eine Hälfte dunkel, die andere hell war, befanden sich nach 15 Minuten bei 20° C. 170 Exemplare in der hellen, 77 in der dunklen Abtheilung.

In ähnlicher Weise erhielt er das Reactionsverhältniss von Hellblau: Dunkelblau = 117 : 63; Hellroth: Dunkelroth = 45 : 54; Gelblichweiss (ohne Ultraviolett): Weiss (mit Ultraviolett, dunkler) = 49 : 51; Hellroth: Dunkelblau = 144 : 136; Hellroth: sehr dunklem Blau = 50 : 84; Hellroth: Schwarz = 99 : 41; Hellroth: Dunkelgrün = 73 (+ 81) : 107 (+ 139); Hellgrün: Dunkelblau = 70 (+ 61) : 50 (+ 59); Hellblau mit Ultraviolet: Dunkelblau ohne Ultraviolett = 71 : 69. Graber schliesst auf Leucophilie und Erythrophobie. Nach Driesch***) ist jedoch zur Erklärung der Versuche Photophilie und Photophobie hinreichend. Das „dunkelholde" (photophobe) Thier geht bei der Blau-Roth-Wahl in den rothen Bassintheil, nicht weil es eine Vorliebe für das Roth besitzt, sondern weil es vom blauen Licht stärker als vom rothen (stärkere Wirkung der stärker brechbaren Strahlen) negativ gerichtet wird und daher sich bewegend ins Rothe hineingeräth. Die experimentell festzustellende Folge dieser Auffassung würde die sein, dass die rothholden Thiere Graber's bei einseitig rother Belichtung, etwa in einem langen, schmalen, an den übrigen Seiten verdunkelten Glaskasten die Lichtquelle, obwohl sie roth ist, fliehen müssten, und umgekehrt blauholde Thiere unter gleichen Umständen die rothe aufsuchen, wofern nicht das Roth einen zu schwachen oder gar keinen Effect äussert.

Versuche an einigen Thieren, zunächst nach der Graber'schen, dann nach der eben angeführten Methode ausgeführt, bestätigen diese Ansicht durchaus. Es ergaben sich bei der Roth-Blau-Wahl als rothhold, bei der Hell-Dunkel-Wahl als dunkelhold und bei einseitiger rother oder blauer Beleuchtung (benutzt wurden nahezu monochromatische Gläser von Jung in Heidelberg) als photophobe: *Asterina gibosba* (Hell: Dunkel = 16 : 65; Dunkelblau: Dunkelroth = 11 : 38; Dunkelblau: Hellroth = 9:23; bei rothem einseitigen Licht von 72 Thieren 21 negativ, 44 indifferent, 7 positiv, bei blauem von 82 Thieren 20 negativ, 43 indifferent, 9 positiv); als photophil: *Asterias rubens* und zwar in sehr hohem Masse auch bei rothem Lichte. Nach Preyer†) suchen aber *Asterias glacialis*,

---

*) Tiedemann, F., Beobachtungen über das Nervensystem und die sensiblen Erscheinungen der Seesterne. Meckel's Arch. f. Physiol. I. 1815.

**) Graber, V., Ueber die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit einiger Meerthiere. Sitzber. Ak. Wiss. Wien. XCI. Abth. 1. p. 133.

***) Driesch, H., Heliotropismus bei Hydroidpolypen. Zool. Jahrb. Abth. f. Syst. V. 1890. p. 154—155 (Anhang).

†) Preyer, 1886—87. II. p. 220—221.

Echinaster sespitosus und *Asterina gibbosa* alle hellere Stellen auf, wozu geringe Unterschiede genügen (niemals die Ophiuren).

Asterina tenuispina kriecht den Lichtstrahlen entgegen (Loeb*)), während *Asterina gibbosa* das Bestreben hat, in die Höhe zu kriechen (vgl. negativen Geotropismus); es gelang Loeb; die beiden Arten zu trennen, wenn in das Gefäss horizontale Lichtstrahlen einfielen. Im Freien, wo zumeist das vertical einfallende Licht in Betracht kommt, können die zwei verschiedenen Factoren nur die gleiche Wirkung hervorbringen, nämlich die beiden Arten an die Oberfläche des Meeres zu treiben.*)

5. Photoreception.

Apparat der Photoreception. — Mehrfach sind besonders differenzirte Ocellen als Sehorgane beschrieben worden, ohne dass aber durch Versuche die Richtigkeit der Deutung bewiesen worden wäre (vgl. p. 1083—1085). Immerhin ist jedoch die Angabe von Romanes und Ewart**), die Echini nach Entfernung aller „Augenpuncte" nicht mehr am schmalen Lichtspalte sich ansammeln sahen, was aber noch bei Belassen eines einzigen geschah, nicht durch neuere Versuche direct widerlegt worden. Den gleichen Angaben der genannten Forscher und Preyer's***) bezüglich der Seesterne steht die Angabe Graber's†) gegenüber, dass *Asteracanthion rubens* aller Ocellarpuncte beraubt, immer noch, selbst gegen geringe Intensitätsunterschiede, sich „cyanophil" verhielt. Zweifelhaft ist die Lichtempfindlichkeit der Synaptidae (vgl. p. 400. — Semon††) negative, Quatrefages†††) positive Versuche), trotz der bei manchen aufgefundenen sogenannten „Augen" an der Fühlerwurzel. Wahrscheinlich sind alle Seeigel augenlos (Nagel§)) (besitzen keine lichtbrechenden Organe), sondern können nur zwischen Hell und Dunkel unterscheiden. Bestimmtere Vorstellungen hat v. Uexküll§§) auf Grund seiner, grossentheils bereits vorstehend mitgetheilten Versuche ausgebildet: „Der Ort, an dem die Umwandlung der Aetherschwingungen in Nervenerregung stattfindet, liegt auf der äusseren Schalenseite — die Photoreception geht in der äusseren Haut vor sich." Für den Lichtreflex§§) bedeute Beschattung — Ladung und Belichtung — Entladung;

---

*) J. Loeb, 1889. p. 46. 1891 (Pflüger 49).

**) (576. p. 855.)

***) Preyer, II. 1886—87. 220.

†) Graber, V., Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindungen augenloser und geblendeter Thiere. Sitzber. Ak. Wien. LXXXVII. Abth. I. p. 201—236.

††) Semon, R., Beiträge zur Naturgesch. d. Synaptiden. 1. Mitth. Zool. St. Neapel. VII. 1887. p. 272—300.

†††) Quatrefages, A. de, Mémoire sur la Synapte de Duvernoy. Ann. sc. nat. (2) Zool. T. 17. 1842. p. 19—93.

§) Nagel, 1896. p. 33.

§§) (633. p. 452, 461.)

für den Beschattungsreflex sowohl Belichtung wie Beschattung immer nur Ladung. Die Entladung trete beim Beschattungsreflex im ersten Moment der Beschattung ein, beim Lichtreflex während der ganzen Dauer der Belichtung. Der Belichtungsreflex falle immer in die Periode der Entladung hinein.

Der Lichtreflex tritt mit abnehmender Intensität immer später ein*); die nöthige „Energiesumme" werde um so später in der andauernden Entladung im Lichte erreicht, je mehr Entladungen vorhergegangen. Bei gleicher Lichtmenge (Dauer und Intensität der Beleuchtung) und gleichem Wechsel von Licht und Schatten sei die Summe der frei werdenden Entladungsenergie abhängig von einem Ladungsvorrath in der Dunkelheit gesammelter gebundener Energie. Die im Radialnerven vorhandenen bipolaren Ganglienzellen sollen als Tonuscentren wirken, die, sobald die Ladung aufhört, sich plötzlich entladen, d. i. also bei Belichtung. Der Beschattungsreflex ist abhängig von: 1. Der Höhe des Lichtreflexes, 2. Dauer der Belichtung. Je mehr freie Energie in jedem einzelnen Falle bei der Belichtung erzeugt werde, um so intensiver sei der darauffolgende Beschattungsreflex. Für die „Ladung" in der Dunkelheit kann mit grosser Wahrscheinlichkeit die Production des lichtempfindlichen Farbstoffes verantwortlich gemacht werden (s. oben). Eine Qualitätsverschiedenheit des Nervenreizes durch Lupenbelichtung oder mechanische Reizung anzunehmen, ist nicht nothwendig.

VIII. Temperatur.

1. Einfluss der Wärme auf Bewegung und Irritabilität.

Einfluss auf Bewegung und Irritabilität. — v. Uexküll**) fiel es auf, dass Seeigel der Gattung *Cidaris* in Dar-es-Salaam der Neapler Art sowohl an Geschwindigkeit in der Ortsveränderung, als auch in prompter Reaction auf Beschattung bedeutend überlegen sind, und die übrigen Echiniden an dem genannten wärmeren Orte sich ähnlich verhalten. Directe Versuche über die Abhängigkeit der Motilität von verschiedener Temperatur hat Preyer***) an Seesternen ausgeführt. Er fand für *Luidia* (auch für einen abgetrennten Strahl derselben) als Optimum an gesteigerter Erregbarkeit bei Berührung mit einem Glasstabe 23 bis 24° C, *Asterias glacialis* 25—30°, *Echinaster*, *Asterina gibbosa* und *Astropecten* 26—27°. Das Anhaftungsvermögen verliert *Asterias* ungefähr bei 33°, *Asterina gibbosa* bei 31°, *Echinaster* 30°, *Luidia* noch früher, voll-

---

*) (663. p. 463—472.)

**) (663. p. 449.)

***) Preyer, W., Ueber die Bewegungen der Seesterne. I. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. VII. 1886—87. p. 61, 73.

ständig, während *Asterias* bei 27° noch kurze Zeit angeheftet zu bleiben vermag.

2. Wärmestarre und Temperaturmaximum.

Vernon*) fand für *Echinus microtuberculatus* Paralyse bei 37,2°, Tod bei 39,1°, ein andermal 37,8°, resp. 38,8°. Preyer**) sah bei Seesternen nach 32° noch Erholung eintreten, 35—37° konnten nur mehr sehr kurz ertragen werden (schon bei andauernder Erwärmung auf 32,5°—35,5° trat mit Prolaps des Magens verbundener sicherer Tod ein); der Haarstern *Antedon* wird hart und zerbricht sterbend nach Frenzel***), wenn plötzlich in 38° gebracht, nach Preyer†) unter Farbstoffabgabe und Zusammenballen bei (allmählicher?) Erwärmung auf 35°—38°; Holothurien halten eine Stunde noch unverändert 40° aus (Frenzel***)). Die Wärmestarre lässt sich aus der Gerinnung von Eiweisskörpern der Myosingruppe, die in allen contractilen Geweben enthalten sind, gut erklären. Bestimmt man nach thunlicher Entblutung frisch getödteter Thiere, Auspräparirung contractiler Substanzen, Zerkleinerung derselben mit Wiegemesser, Zerreiben mit Quarzsand unter Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung, Coliren und Filtriren bis zum Erhalten eines genügend klaren Filtrates die Coagulationspuncte desselben, so erhält man die erste Trübung bald nach Ueberschreitung der Temperaturmaxima der lebenden Thiere. Für die Laternenmuskeln von *Strongylocentrotus lividus* (17 Exemplare) erhielt Przibram††) erste Trübung bei 43° (flockige Fällung 66°), für die Ambulacralfüsschen von *Astropecten aurantiaca* (6 grosse Exemplare) bei 38° (Fällung 64°); Krukenberg†††) für die Längsmuskeln von *Holothuria tubulosa* bei 42° (mit zunehmender Fällung bis über 64°; von Przibram††) bestätigt); v. Fürth§) für jene von *Stichopus regalis* (20 Exemplare) bei 47° (Fällung 65°).

---

*) Vernon, The death-temperature of certain marine organisms. Journ. of Physiology. 25. 1899. p. 131—136.

**) Preyer, W., Ueber die Bewegungen der Seesterne. I. Mitth. Zool. Stat. Neapel. VII. 1886—87. p. 73.

***) Frenzel, J., Temperaturmaxima für Seethiere. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. XXXVI. 1885. p. 458—466.

†) Preyer, W., Ueber die Bewegungen der Seesterne. II. Mitth. Zool. Stat. Neapel. VII. 1886—87. p. 193.

††) Przibram, H., Versuch zur chem. Charakter. einiger Thierklassen d. nat. Syst. auf Grund ihres Muskelplasmas. Hofmeister's Beiträge zur chem. Physiol. u. Pathol. II. (1—3). 1902. p. 143. Tabelle No. 3—5.

†††) Krukenberg, C. F. W., Vergleich. physiol. Studien. I. 2. Abth. p. 7.

§) Fürth, O. v., Ueber die Eiweisskörper der Kaltblütermuskeln und ihre Beziehung zur Wärmestarre. Zeitschr. f. physiol. Chemie. XXXI. (3—4). 1900. p. 344 bis 345.

3. Hitze-Acclimatisation.

Die Temperatur des Golfes von Neapel beträgt 13—27,2° (Preyer*)), und keine Art Seeigel verträgt daselbst dauernd 28° (v. Uexküll**)), der Seestern *Luidia* nach Preyer*) selbst nicht 20°. Dennoch fand Frenzel***), dass *Toxopneustes lividus* bei deutlicher Temperaturerhöhung in oberflächlichen Vertiefungen der Sorrentiner Tuffklippen noch Lebenszeichen gab und v. Uexküll**) traf lebende Seeigel in Lachen von 34° auf Korallenriffen zu Dar-es-Salaam an. Experimente liegen in dieser Richtung nicht vor.

Merkwürdigerweise sind nach Vernon†) jüngere Stadien von *Strongylocentrotus lividus* gegen Temperaturerhöhung empfindlicher als ältere, indem Eier durchschnittlich bei 28,5°, Semiblastulae (4^h nach Befruchtung) bei 33,5°, Blastulae und Semigastrulae (12^h nach Befruchtung) bei 36,5°, Pluteï und Semipluteï (28^h nach Befruchtung) bei 39,5°, Pluteï von 6 Tagen bei 40,3° ihren Tod fanden. Da die Anpassung an höhere Temperaturen bei sonst gleicher chemischer Constitution nur dadurch verständlich wird, dass Eiweisskörper erwiesenermassen bei abnehmendem Wassergehalte erst später coaguliren, bei der Entwickelung der Pluteï aber eine Wassergehaltszunahme das Wahrscheinlichste sei, so macht Vernon eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung für das wider Erwarten gerade umgekehrte Verhalten der Stadien verantwortlich.

Kälte-Anpassung?

Vielleicht hat die grössere Empfindlichkeit der Geschlechtsproducte gegen Temperatur als besondere Anpassung in kälteren Gegenden (z. B. Kerguelen- und Falklandsinseln) es mit sich gebracht, dass die Larven bei einigen Seeigeln (und Seesternen) sich in Bruträumen der Eltern, zwischen den Stacheln (resp. in Ambulacralrinnen) entwickeln.††) vgl. p. 1139.

4. Thermotaxis.

Echinus (oder Seestern) flieht nach Romanes und Ewart†††), wenn er ausserhalb des Wassers mit einem brennenden Streichhölzchen berührt wird, nach der der Reizstelle entgegengesetzten Richtung; die Angabe lässt unentschieden, ob dabei ein thermischer oder bloss der trauma-

*) Preyer, I. 1886—87. p. 73.
**) (664. p. 581.)
***) Frenzel, 1885. p. 459.
†) Vernon, 1899. p. 141—136.
††) Agassiz, Al., On viviparous Echini from the Kerguelen Islands. Proc. Am. Acad. Arts a. Sc. N. Ser. 3. 1875—76. p. 231—236.
——, Observations sur les Echinides vivipares proven. des iles Kerguelen. Ann. Sc. nat. (Ser. 6). Zool. I. V. 1877. art. 6 (aus Proc. Am. Acad. Arts. a. Sc. 1876. XI.)
†††) (576. p. 848, 855.)

tische Reiz für die Bewegungsauslösung in Betracht kommt. Dass die rothe Strahlengruppe des Spectrums nur eine geringe taktische Wirkung ausübt (Driesch*)) und daher die Lichtreactionen der Echinodermen keine thermotaktischen sind, ist bereits gelegentlich des Einflusses von Licht erwähnt worden. Romanes und Ewart erhielten ja auch heliotaktische Reactionen bei Behinderung der Wärmestrahlung durch zwei Glasplatten.**)

*) Driesch, H., Heliotropismus b. Hydroidpolypen. Zool. Jahrb. Abth. f. Syst. V. 1890. p. 154—155 (Anhang).

**) (576. p. 848, 855.)

B. Chemischer Bau, functionelle und Stoffwechsel-Physiologie der Seeigel (Imago).

I. Haut.

(vgl. p. 1011 ff.)

Neben den Kalkbestandtheilen (vgl. p. 1016) besitzt die Haut der Echiniden eine organische Grundsubstanz, die durch langsame Entkalkung mit verdünnter Salzsäure aus den Panzern von *Strongylocentrotus lividus* von Krukenberg*) erhalten wurde. Gegen die Verdauungsenzyme verhielt sich dieselbe ähnlich, wie die analoge Substanz der Asteridenhülle, nur wurde erstere von Pepsin entschieden viel langsamer angegriffen als letztere. Reactionen des mit verdünnter Salzsäure entkalkten Seesternpanzers (*Astropecten aurantiacus*) waren: starke Fällung mit basischem Bleiacetat, Gerbsäure und Natronlauge u. s. w., ähnlich der Gallerte der Medusen.

Der entkalkte oder unentkalkt gelassene Seesternpanzer (*Asteracanthion glacialis*) verliert den Zusammenhang beim Kochen ebenso leicht, wie das intermusculäre Bindegewebe vieler Süsswasserfische, liefert aber selbst nach 12 – 24 ^{h} Kochen im offenen Gefässe keinen Leim (Hoffmann**)); auch durch Pepsin (0,1—0,2 % HCl), wie Trypsinlösungen bei neutraler wie alkalischer (2 % Sodalösung) Reaction verliert die Asteridenhülle den Zusammenhalt und wird verdaut.***) In kalter concentrirter Schwefelsäure löst sich die organisirte Gerüstsubstanz von *Asteracanthion glacialis* und *Holothuria tubulosa* mit eigenthümlich violetter Farbe verhältnissmässig rasch auf, während sich beide Gewebe beim Kochen mit Natronlauge nur langsam und unvollständig lösen. Im Gegensatz zu den Asteriden (neben den genannten drei Arten *Astropecten* untersucht), die keine leimhaltige Substanz und nur wenig mucinlieferndes Gewebe (keine Essigsäurefällung) zeigten, liess sich bei den Holothurien Tryptocollagen nachweisen.*) Ueber die violetten Pigmente der Echiniden vgl. den Einfluss von Licht.

---

*) Krukenberg, II. p. 44.

**) Hoffmann, C. K., Zur Anatomie der Asteriden. Niederl. Arch. f. Zool. Bd. II. 1874—75. p. 2. [Versuche von Heinsius.]

***) Krukenberg, I. 1. p. 31.

Trotz der starken Panzerung ist die Widerstandskraft der Echinodermen gegenüber äusseren Fährlichkeiten eine geringe. Nach Gogorza*) sind nur die Cölenteraten (von den untersuchten Thieren) empfindlicher gegen Veränderungen der Dichte. Bei manchen Seeigeln sind die Stacheln sehr leicht zerbrechlich (Spatangidae p. 1016), bei anderen wieder die Pedicellarien (vgl. Einwirkung mechanischer Insulte); auch Zertrümmerung der Schale selbst kommt vor (Martens**)). In den Fällen mechanischer Verletzung kann jedoch Regeneration erfolgen, so dass vielleicht in manchen Fällen die leichte Zerbrechlichkeit geradezu als eine Schutzeinrichtung angesehen werden kann, um unter Opferung mancher Theile dem Feinde zu entfliehen (dies gilt in erhöhtem Masse von den See-, Schlangen-, Haarsternen und Seewalzen).

II. Contractiles Gewebe.

Przibram***) untersuchte die Laternenmuskeln von *Strongylocentrotus lividus* auf Eiweisskörper und fand keinen, der vor Anfang der vierziger Grade coaguliren würde, indem die bei 43° C beginnende Trübung erst bei 66° vollständige, flockige Fällung ergab. Bei 77° trat eine weitere, schwache Trübung auf. 10% salicylsaures Natron setzte keine, 10% Calciumchlorid schwache, etwa 4% salzsaures Chinin starke Trübung (alles zu gleichen Volumtheilen zugesetzt). Halbsättigung mit Ammonsulfat gab starke, weitere vollständige Sättigung noch eine schwächere Fällung. Die ausgekochte Lösung gab keine Eiweissreaction oder Calciumchloridfällung und enthielt demnach kein Myoproteïd. Ganz ähnlich verhielten sich die Ambulacralfüsschen von *Astropecten aurantiaca* (Coagulationspunct 38—64°; weitere Trübung von 70° an u. s. w.) und die Längsmuskeln von *Holothuria tubulosa* (42—64°; 75° u. s. w.). Für letztere hatte Krukenberg†) die gleichen Coagulationspuncte und für *Stichopus regalis* v. Fürth††) ähnliche (47—65°; Mitte 70er Grade) und das Fehlen der salicylsauren Natron-Fällung, sowie das Ausbleiben der Abwärtsverschiebung des Coagulationspunctes nach 15 h angegeben. Die Muskeln der Seeigellaterne sind nach Frédericq†††) glatte, die sich auf elektrischen oder mechanischen Reiz energisch, aber nicht plötzlich, contrahiren. Nach Geddes und Beddard§) wären dieselben Muskeln manchmal gestreift und manchmal ungestreift.

Ueber die Muskeln der Ambulacralfüsschen der Seesterne konnten keine Angaben gefunden werden; die Längsmuskeln der Holothurien sind glatt (vgl. p. 63). Przibram***) hat darauf hingewiesen,

*) Gogorza, 1891
**) (437. p. 93.)
***) Przibram, 1902.
†) Krukenberg, I. 2. p. 7.
††) v. Fürth, 1900. p. 345.
†††) Frédericq, 1876. p. 439.
§) Geddes und Beddard. C. R. XCII. p. 308—310.

dass für die Muskeleiweisskörper nicht die physiologische Function oder der histologische Bau, sondern in erster Linie die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Thiergruppe massgebend ist. Obzwar noch keine genügende Isolirung der Muskeleiweissstoffe der Echinodermen vorliegt, so liess sich dieser Thierkreis vorläufig chemisch etwa folgendermassen charakterisiren: Thiere ohne Myogen (Wirbellose), mit myosinartigen Muskelstoffen, die zwischen 38 und 66° coaguliren und durch keinen innerhalb dieser Grenzen liegenden Coagulationspunct sich trennen lassen (ferner mit einem über 70° coagulirendem Bestandtheil von geringer Menge, ohne Myoproteïd).

III. Periviscerallflüssigkeit (Blut).

Ueber Gerinnungsvorgänge in der Periviscerallflüssigkeit der Seeigel schreibt v. Fürth*): „Ein in grosser Menge zugängliches Untersuchungsmaterial ist die Periviscerallflüssigkeit der Seeigel, die durch einfaches Anschneiden der Thiere gewonnen wird. Sie weicht in ihrem specifischen Gewicht vom Seewasser nicht weit ab. Beim Stehen der frisch entleerten Flüssigkeit beobachtet man darin die Bildung eines anfänglich ziemlich ansehnlichen Gerinnsels, das sich schnell zusammenzieht. Geddes**)***) verfolgte den Gerinnungsvorgang durch mikroskopische Beobachtung im hängenden Tropfen und gelangte zur Auffassung, die Gerinnung der Periviscerallflüssigkeit der Seeigel sei eine Erscheinung ganz anderer Art als die Gerinnung des Wirbelthierblutes. Hier sieht man zunächst zarte Fibrinfäden in der Flüssigkeit auftreten und erst durch deren Zusammenziehung werden die Blutzellen festgehalten und dem Gerinnsel beigemengt. Beim Seeigel dagegen sieht man zunächst die blassen, amöboiden Blutzellen Fortsätze ausstrecken, einander gegenseitig festhalten und schliesslich zu einer homogenen Masse verschmelzen. Diese Masse sendet nun wieder lange Pseudopodien aus, fasst alle Blutzellen, die in ihren Bereich gelangen und verleibt sie sich ein, derart, dass grosse Plasmodien entstehen, die sich bald in ein durchsichtiges, homogenes Ektoplasma und ein körniges Endoplasma differenziren.“

„Nach Schäfer†) hat aber Geddes bei seinen Beobachtungen das eigentlich gerinnende Material übersehen und ist die Gerinnung als solche unabhängig von der Plasmodienbildung. Wird die Periviscerallflüssigkeit mit dem gleichen Volumen gesättigter Magnesiumsulfatlösung versetzt, so bleibt die Gerinnung aus: Wird das Gemenge nunmehr mit Wasser

---

*) v. Fürth, 1903, vgl. p. 1179 Note.

**) Geddes, P., On the coalescence of amoeboid Cells into Plasmodia and on the so-called coagulation of Invertebrate Sluids. — Proc. Roy. Soc. vol. 30. 1879—1880. p. 252—254.

***) ——, 239. p. 483—496.)

†) (597. p. 370—371.)

verdünnt, so erfolgt Gerinnung und man kann sich durch mikroskopische Untersuchung leicht davon überzeugen, dass die runden, abgestorbenen Zellen in einer hellen Zwischensubstanz eingebettet liegen. Bei der Gerinnung der nativen Flüssigkeit senden die Zellen so zahlreiche, lange, reich verzweigte Fortsätze aus, dass die Zwischensubstanz leicht ganz übersehen werden kann. Wird die durch Magnesiumsulfat ungerinnbar gemachte Flüssigkeit durch Filtration von den corpusculären Elementen befreit, so zeigt das klare Filtrat bei Verdünnung mit Wasser keine Gerinnung; die vom Filter genommenen, in gesättigter Magnesiumsulfatlösung aufgeschwemmten Blutzellen dagegen exsudiren bei Wasserzusatz reichlich gerinnendes Material." „Nach Haycraft und Cartier*) vermag man die Cölomflüssigkeit von Seeigeln längere Zeit ungeronnen zu erhalten, wenn man nach Trepanation der Körperbedeckung die Flüssigkeit mittelst einer mit Oel benetzten Pipette der Leibeshöhle entnimmt und in Oel einträgt, derart, dass sowohl die directe Berührung mit Glas, als auch mit den Körpergeweben verhindert wird." „Nach Schäfer**) ist keine Aehnlichkeit mit dem Fibrin der Wirbelthiere vorhanden, vielmehr ist die gerinnbare Substanz dem Mucin verwandt."

„McMunn***) fand in der Periviscerairflüssigkeit gewisser Echinodermen (*Sphaerechinus*, *Sphaera*) einen an die zelligen Elemente gebundenen Farbstoff. Wird ein solcher Seeigel geöffnet, so fliesst eine blassrothe Flüssigkeit aus, die schnell gerinnt. Das Gerinnsel schrumpft zu einer braunrothen Masse, das Plasma ist farblos; der Farbstoff gehört den im Gerinnsel eingeschlossenen zelligen Elementen an. Diese sind kernhaltige amöboide Zellen von hochrother oder orangerother Färbung; daneben finden sich auch farblose Zellen.

Der Farbstoff, den McMunn als Echinochrom bezeichnete, kann dem getrockneten Gerinnsel durch Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Petroläther und Glycerin entzogen werden. Die native Echinochromlösung giebt zwei Absorptionsbänder, eines zwischen D und E, und eines zwischen C und F. Das spectrale Verhalten der Lösungen wird in hohem Grade durch die Natur des Lösungsmittels beeinflusst. McMunn nimmt an, dass das Echinochrom ähnlich dem Hämoglobin in einer oxydirten und reducirten Form existire und die Rolle eines respiratorischen Pigmentes spiele; Griffiths†) schliesst

*) Haycraft und Cartier, On invertebrate blood removed from the vessels and entirely surrounded by oil. Proc. Roy. Soc. Edinb. vol. 15. 1882. p. 423—436.

**) (597)

***) McMunn, C. A., On the presence of Haematoporphyrin in the Integuments of certain invertebrates. Journ. of Physiolog. vol. 7. 1886. p. 241—252; auch:

——, 430. p. 351—407.

——, 431. p. 469—490.

†) Griffiths, A. B., On the Blood of the Invertebrata. Proc. Roy. Soc. Edinb. 19. 1892. p. 117—119.

——, Physiology of Invertebrata. London. 1892. p. 147—152.

sich dieser Meinung an und macht weiter die Angabe, dass Echinochrom beim Kochen mit Mineralsäuren in Hämatoporphyrin, Hämochromogen und Schwefelsäure zerfalle." [Die Formel $C_{102}HN_{12}FeS_2O_{12}$ ist wegen zu dürftiger Kenntnisse nach v. Fürth nicht verlässlich.] „Geddes*) beobachtete in der Perivisceralflüssigkeit von Seeigeln mahagonifarbene Blutzellen mit ausserordentlich lebhaften amöboiden Bewegungen, deren Farbstoff sich beim Stehen an der Luft grünlich färbt und im Vacuum wieder das ursprüngliche Colorit annimmt. Dieser eisenhaltige Farbstoff dürfte wohl mit dem Echinochrom identisch sein." Bezüglich analoger Verhältnisse bei anderen Echinodermen (Leibeshöhlenflüssigkeit der Holothurien, hämoglobinähnliche Blutfarbstoffe der Seesterne u. s. w.) sind Angaben ebenfalls in v. Fürth's**) Darstellung zusammengetragen.

Auf den Eiweissgehalt der Perivisceralflüssigkeit wird im Folgenden gelegentlich des Stoffwechsels noch zurückgekommen werden (s. das.).

IV. Athmung.

Ueber den Athmungsprocess (Gasstoffwechsel) der Echiniden ist wenig bekannt; die vorhin genannten „respiratorischen" Blutfarbstoffe sind als solche nicht nachgewiesen. Eine rhythmische Bewegung der Laterne, die namentlich ausserhalb des Wassers und bei umgekehrter Stellung auffällt, ist von Romanes und Ewart***) beobachtet worden. v. Uexküll†) fand, dass ein Druck, mittelst des Kopfes einer durch den Oesophagus eingeführten Nadel auf den ovalen Nervenring ausgeübt, eine aufwärts gerichtete Bewegung des Oesophagus herbeiführt und will diese Beobachtung als Angriffspunct für die Lösung des Athmungsproblemes benutzen.

Ueber die Nothwendigkeit ausgiebiger Sauerstoffzufuhr und die Schädlichkeit der ausgeathmeten Kohlensäure ist bereits gelegentlich des Capitels über die Einwirkung chemischer Stoffe gesprochen worden.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Athmungsorgane bei den verschiedenen Echinodermenklassen (vgl. das.) ist vielleicht keine allzugrosse Uebereinstimmung der übrigen Stachelhäuter mit den Seeigeln, was Athmungsprocesse anbelangt, zu erwarten.

V. Nahrungsstoffwechsel.

1. Nahrungsaufnahme.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt activ, indem manche Arten sogar in räuberischer Absicht sich an lebende Thiere heranmachen (vgl. den Ab-

*) (239.)
**) v. Fürth, 1903.
***) (576. p. 845.)
†) (659. p. 314.)

schnitt mechanische Reize), oder wenigstens vom Geruch der Nahrung angelockt werden (vgl. chemische Reize).

2. Verdauung und Resorption.

Ueber Resorption, Verdauung und Stoffwechsel der Echinodermen liegt eine genaue Arbeit von Cohnheim*) vor. Derselbe fasst seine Resultate im Allgemeinen folgendermassen zusammen*):

„1. Bei den circulationslosen Holothurien und Seeigeln treten die Verdauungsproducte in gelöster Form in die Leibeshöhle, die das grosse Reservoir bildet, aus dem alle Organe schöpfen. Dabei finden sich in der Norm in der Leibeshöhle ebensowenig erheblichere Mengen der resorbirten Nahrung, wie in dem Blutgefässsystem der Wirbelthiere. — 2. Für diesen Uebertritt gelöster Substanzen aus dem Darm haben sich keine Abweichungen von den Diffusionsgesetzen ergeben; ausserdem aber lässt sich bei den Holothurien ein activer Wassertransport aus dem Darm in die Leibeshöhle beobachten, der nur durch Zellkräfte bewirkt sein kann. — 3. Die Holothurien und Seeigel produciren in ihren Därmen ein invertirendes und ein diastatisches Ferment, die Seesterne ein invertirendes neben dem schon bekannten diastatischen und proteolytischen Ferment. — 4. Der Eiweissstoffwechsel der Holothurien wurde nicht aufgeklärt. Die Holothurien scheiden stickstoffhaltige Substanzen nur mit dem Koth aus; Holothurien, Seesterne und Ophiuren scheiden kein Ammoniak aus. — 5. Die Kohlensäureproduction der Holothurien ist klein; von ihr kommt über ein Drittel auf den Darm. — 6. Kleine Holothurien der gleichen Art haben einen lebhafteren Stoffwechsel als grosse.“

Nach Cohnheim**) fehlen beträchtliche Mengen von Eiweiss oder Kohlenhydraten in der Leibeshöhlenflüssigkeit, sowohl bei hungernden Stachelhäutern als bei frisch eingefangenen mit vollem Darmcanal (*Echinus melo*, *Dorocidaris papillata*; Holothurien, Seesterne). Gegentheilige Angaben (Cuénot***), Semper†), Geddes††)) seien auf Verunreinigung mit Hautschleim oder Blutkörperchen zurückzuführen.

Ueber Seeigel insbesondere hat Cohnheim**) folgende Versuche ausgeführt: Nach Herausnahme der Laterne wurde ein Seidenkatheter in den Oesophagus eingeführt und damit der Darm gefüllt. Dieses Verfahren brachte zu viel Schädigung der Thiere mit sich. Er versuchte hierauf, neben der Afteröffnung ein Loch in die Schale des Seeigels zu machen und konnte auf diese Art Lösungen ohne Verletzung der inneren Theile in die Leibeshöhle bringen, wobei die Seeigel so in ein Gefäss gesetzt wurden, dass die oberste Kuppe mit dem Loch ausser Wasser war. Da es nicht gelang, eine Canüle ohne Verletzung in das Rectum

*) Cohnheim, 1901. p. 54.
**) ——, p. 21, 32.
***) Cuénot, L., Arch. Zool. exp. (2) 9. 1891. p. 395 u. 592.
†) Semper, C., Reisen im Archipel der Philippinen. II. Bd. 1. 1867.
††) Geddes, P., Arch. Zool. exp. (1) 8. 1879. p. 483.

einzuführen, wurde die Eigenthümlichkeit der Seeigel, ein in den Mund eingeführtes Glasröhrchen festzuhalten (und rhythmisch auf- und abzubewegen) dazu, benutzt 10—12 cm³ verschiedener Lösungen einfliessen zu lassen, die nach einigen Minuten Ruhe selbst bei Umkehrung des Thieres nicht herausfliessen.

Zunächst wurden einige Versuche mit Einführung von Jodnatrium in den Darm und in die Leibeshöhle gemacht, das sich dann immer wieder im Darm und in der Leibeshöhle wiederfand, das also (wie bei den Holothurien) gleichmässig nach beiden Richtungen durch die Darmwand hindurchgeht*). Dann wurde Zucker in den Darm gebracht. Diese Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

No.	Zuckerart	Eingeführt		Im Darm gefunden			In der Leibeshöhle gefunden			Verbrannt	Bemerkungen.
		cm³	g	cm³	%	g	cm³	%	g	g	
1	Dextrose	8	0,4	34	0,5	0,17	168	0	0	0,23	—
2	„	16	1,6	45	0,6	0,3	266	0,3	0,8	0,5	—
3	Rohrzucker	10	1,2	37	0,3	0,11	225	0,34	0,765	0,3	—
4	Dextrose	16	1,6	?	0	0	510	0,14	0,7	0,9	In Leibeshöhle Seewasser
5	„	13	1,3	70¹)	0,2	0,14	108	0,43	0,46	0,7	In Leibeshöhle Seewasser
6	„	12,5	1,5	55	1,1	0,7¹)	207	0,19	0,4	0,4	Keine Blutkörperchen
7	„	10	0,5	—	0	0	—	0	0	0,5	—

¹) Dazu Spülwasser.

In anderen Versuchen wurden die Zuckerlösungen direct in die Leibeshöhle gebracht:

No.	Zuckerart	Eingeführt	In der Leibeshöhle gefunden			Verbrannt	Bemerkungen.
		g	cm³	%	g		
1	Dextrose	2,5	372	0,49	1,8	< 0,45	In Aussenfl. 0,25 g = 0,048 % Zucker, im Darm etwas Zucker
2	„	0,84	175	0,3	0,525	< 0,3	Im Darm etwas Zucker
3	Rohrzucker	1,5	285	0,3	0,86	< 0,64	„
4	Dextrose	0,48	35	1,0	0,35	0,06	Aussen 0,07 g. — Darm und Genitalien entfernt
5	„	0,5	130	0,29	0,38	0,12	Aussen kein Zucker. Darm entfernt
6	Rohrzucker	0,75	167	0,3	0,5	0,25	Darm und Genitalien entfernt

Die Versuche ergeben, dass keine Orientirung der Darmwand für Zucker vorhanden ist. Zur Prüfung der Ansicht, dass bei den Seeigeln infolge Mangels eines besonderen Circulationssystemes die Aufnahme und Vertheilung der Nährstoffe hauptsächlich durch die allgegenwärtigen Amöbocyten und höchstens zum Theil in gelöster Form stattfinde, machte Cohnheim**) mit dem sterilisirten Troikart ein Loch in die Mundhaut

*) Cohnheim, p. 33.
**) ——, p. 34—36.

neben der Laterne und ein zweites am aboralen Scheitel, liess die Thiere leerlaufen und füllte sie mit ausgekochtem Seewasser. Im Laufe der nächsten 24—48 Stunden wurde das Verfahren, solange sich noch aus den Geweben Amöbocyten sammelten, wiederholt. Unter diesen Umständen blieben die Seeigel drei Tage am Leben und zeigten nach wie vor Transport und Verbrennung des Zuckers*). Um dem Einwand zu begegnen, dass dies nur auf die Thätigkeit des Darmes zurückzuführen sei, die Gewebe aber keinen Nutzen daraus ziehen können, wurden Seeigel an der dorsalen Kuppe breit geöffnet, ausgeschüttet, der ganze Darm mit den Genitalien sorgfältig herausgenommen, die Thiere ausgespült, mit zuckerhaltigem Seewasser gefüllt, in gelüftetes Seewasser gesetzt und so musste die trotzdem constatirte Verminderung des Zuckers auf die Thätigkeit der anderen Gewebe (Laternenmusculatur, Stachelmusculatur u. s. w.) beruhen. Verwendet wurden nur die Thiere, welche am Ende des Versuches (andern Tages) ihre Stacheln nicht verloren hatten und umherlaufen konnten.

Andererseits wurde eine grössere Menge von Seeigelamöbocyten gesammelt und gefunden, dass die grossen, intensiv rothen Einschlüsse, die viele von ihnen enthalten, nicht in Alkohol, wohl aber in Aether löslich sind. Sie haben also nichts mit dem alkohollöslichen „Purpur" der Seeigel zu thun und können auf dem Transport begriffenes Fett sein. List**) fand manchmal die gesammte Kernsubstanz von Wanderzellen für die Entwickelung von Proteïnkrystalloiden aufgebracht.

Bei den Seeigeln stellte Cohnheim***) zwei Enzyme, ein diastatisches und ein invertirendes fest (wie bei den Holothurien***)); nach Krukenberg†) kommen den Echiniden, Asteroiden und Holothuriiden peptische, tryptische und diastatische Enzyme zu). Das diastatische wirkt schnell und stark, das invertirende dagegen nur schwach und konnte nur nach Abtödtung der Darmschleimhaut durch Toluolzusatz infolge der dabei erzielten Verhinderung der Weiterverbrennung der gebildeten einfachen Zucker nachgewiesen werden. Unter den letztgenannten Umständen war stets nach 24 Stunden eine deutliche, aber nie starke Reduction vorhanden, die in den Controlpräparaten ohne Rohrzuckerzusatz ausblieb. Das diastatische Ferment mag zur Verdauung der Stärke der Meerespflanzen, das Invertin auf die höheren Kohlehydrate der Schnecken (wenigstens bei den Seesternen ausschliesslich hierfür) dienen. Die Fermente der Seeigel (und Holothurien) finden sich ausser in der Darmschleimhaut gelegentlich auch in der Leibeshöhle, was Cohnheim für die Nicht-Eiweissnatur dieser Stoffe ins Treffen führt („Fermentschlacken"). Die Stärke wird also von den Echinodermen verzuckert, der Rohrzucker

---

*) Cohnheim, p. 34—36.
**) (378. p. 185.)
***) Cohnheim, p. 40—42.
†) Krukenberg, I. 1. p. 62—63.

in einfache Zucker gespalten, die einfachen Zucker aber werden in den Geweben verbrannt. Für letzteres sprechen noch Versuche in vitro mit negativem Ergebniss: je 50 cm^3 Seeigelleibesflüssigkeit und solche von Holothurien wurden theils mit, theils ohne Blutkörperchen mit je 0,5 g Dextrose versetzt und Luft 24 Stunden lang durchgeleitet; dann fanden sich bei verschiedenen Versuchen wechselnd 0,48—0,51 g Dextrose, es hatte also keine die Versuchsfehler übersteigende Zuckerzerstörung stattgehabt.

Krukenberg*) vermisste sowohl in der „Leber", als im Muskel der Echinodermen das Glykogen (namentlich *Asteracanthion glacialis* untersucht), Glyceride waren anwesend; die sorgfältig von Darmcontenten gereinigten Eingeweide von *Toxopneustes brevispinosus*, („Leber" von) *Solaster papillosus*, *Astropecten aurantiacus* und *pentacanthus; Synapta digitata* und *Holothuria Pohlii* schieden mehr oder weniger grosse Fettmengen ab.

3. Ausscheidung.

Seeigel- (und Holothurien-)koth**) gab nach $1^1/_2$stündigem Kochen mit Salzsäure (2 %) keine Reduction, dagegen einmal Holothurienkoth nach dem Kochen mit concentrirter Salzsäure, die ja auch feste Cellulose angreifen kann. Die Ausnutzung der verdaulichen Kohlehydrate im Darm der Seeigel und Holothurien ist eine so vollständige, dass Cohnheim**) auch nach tagelanger Einwirkung von Darmextract, der diastatisches und invertirendes Ferment enthielt, auf Seeigel- oder Holothurienkoth keine Reduction nachweisen konnte, während Controlversuche mit Zusatz von Stärke und Zucker positive Resultate lieferten.

Krukenberg*) vermisste Harnstoff und Harnsäure in den Ausscheidungsproducten der Echinodermen und bezweifelt auch das Vorkommen von Guanin, das Carus***) in der Mastdarmblase von Seesternen (*Asteracanthion rubens*, *Solaster papillosus*) und Cuvier'schen Organen von Seewalzen (*Holothuria pentactes*, *Cucumaria frondosa*) gefunden haben wollte†).

Krukenberg's Versuche scheinen hauptsächlich die radialen Darmanhänge von *Ophyoglypha tecturata*, „Leber", Darm und interradiäre Blindsäcke von *Astropecten aurantiacus* betroffen zu haben†). Selenka††) fand in den Cuvier'schen Schläuchen von Holothurien ebenfalls keine Harnsäure. —

Die angebliche Entfernung von festen Partikeln durch Leukocyten an der freien Oberfläche, Rosettenfüssen und Tuben der Madreporenplatte

---

*) Krukenberg, I. 1. p. 62—63.
**) Cohnheim, p. 45.
***) Carus, V., Syst. vergl. Morphologie. 1853. p. 148—149.
†) Krukenberg, I. 2. p. 22.
††) Selenka, Zeitschr. für wiss. Zool. XVII. 1867. p. 267.

bei *Echinus sphaera, Spatangus purpureus* und *Amphidotus cordatus* (Durham*)) ist nicht experimentell nachgewiesen.

(Ueber Giftsecretion vgl. Giftstacheln p. 1020 ff. und Giftzangen p. 1024 ff. und oben über Giftanpassung.)

(Vgl. ferner unten: Spermatozoen.)

VI. Functionen der Nerven.

1. Intelligenzfrage.

Die Functionen der einzelnen Theile des Nervensystemes (und der angeschlossenen Sinnes- und Locomotionsorgane) sind bereits einestheils bei der Schilderung des anatomischen Baues (p. 1077 ff.), anderentheils gelegentlich der Besprechung der Einwirkung äusserer Factoren auf das lebende Protoplasma berücksichtigt worden.

Ueber den chemischen Bau ist nichts bekannt; es bleibt mithin an dieser Stelle nur zu beantworten übrig, ob wir nach den vorliegenden Versuchen berechtigt sind, den Seeigeln und übrigen Echinodermen Intelligenz zuzusprechen, oder ob reine Reflexmechanismen zur Erklärung ihrer Bewegungen ausreichen.

Romanes wurde durch seine Versuche überzeugt, dass die Echinodermen aus persönlicher Erfahrung nicht zu lernen im Stande seien und sprach ihnen demnach alle wirklichen geistigen Kräfte ab**)***). Zu entgegengesetzten Resultaten gelangte Preyer†)††) nach vielfach abgeänderten Versuchen an Ophiuren, die auf fünffache Art sich von einem auf den Arm aufgesteckten Schlauch zu befreien im Stande waren und zwar 1. durch Abstreifung am Boden, wenn derselbe locker sass, 2. durch Fortschleudern, 3. durch Andrücken gegen den Boden mit freiem Arm und Herausziehen, 4. durch abwechselndes Anstemmen beider Nachbararme gegen den gehinderten und ruckweises Abstreifen; 5. durch Selbstamputation. Konnte auf die eine Art kein Erfolg erzielt werden, wurde eine andere versucht u. s. w. Diese Ophiuren und auch Asteriden konnten sich auch in verschiedenartiger Weise aus Nadelumfriedungen u. s. w., wie sie in der freien Natur nicht vorkommen, geschickt befreien und zwar bei Wiederholung in immer kürzerer Zeit††).

v. Uexküll fasst wieder in seinen Schriften über die Seeigel dieselben als reine Reflexmechanismen auf und zeigt, dass nicht einmal eine Qualitätsverschiedenheit für den Nervenreiz durch Lupenbelichtung oder auf mechanischem Wege anzunehmen nothwendig ist†††). Es scheint

*) Durham, On wandering cells in Echinoderms. Qu. J. Micr. Sc. (N. S.) vol. XXXIII. 1892. p. 81—122. pl. I.

**) Romanes, G. J., Animal Intelligence. London. Kegan Paul etc. 5. ed. 1892. p. 23 (The International Scientific Series. vol. XLI).

***) (576. p. 837.)

†) Preyer, I. p. 125 ff.

††) ——, II. p. 194 ff.

†††) (663. p. 471.)

jedoch bedenklich, wenn derselbe für starke und schwache Reizung eigene Nerven anzunehmen sich gezwungen sieht (Schemata Fig. 4 und 5*)). Wenn daraus, dass die Pedicellarien desselben Seeigels sich gegenseitig und die nächsten Stacheln packen, geschlossen wird, dass kein „Sich-Unterscheiden“ von der Aussenwelt stattfinde*), so müsste consequenterweise dasselbe von der Katze, die ihren eigenen Schwanz hascht, gesagt werden und mithin kann daraus auf die Intelligenzhöhe kein Schluss gezogen werden. Uebrigens wäre ja eine Putzbewegung, wie dieselbe bei den Anhängen der Arthropoden so oft beobachtet werden kann, nicht ausgeschlossen.

Romanes und Ewart**) sahen Seesterne verwundete Stellen mit den Armen berühren (wie es die Spinnen thun), was Preyer***) aber leugnet.

Schwer zu erklären scheint die „Maskerade“ mehrerer Seeigelarten zu sein, die nach Dohrn†) zum unbemerkten Anschleichen an die Beute dienen soll (vgl. Mechanische Reize und Nahrung).

Zu entscheidenden Antworten auf die Intelligenzfrage der Echinodermen reichen die vorliegenden Versuche demnach noch nicht aus.

2. Locomotions-, Reactions- und Ermüdungsgeschwindigkeit.

Jedenfalls wird die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung durch die, äussere Reize vermittelnden Nerven bestimmt, was durch die mehrfach erwähnten Durchschneidungsversuche bewiesen ist. Die Locomotion ist eine langsame. Romanes und Ewart††) geben an, dass Echiniden bloss 6 inches (1 inch = 25,4 mm) pro Minute in der Horizontalebene (*Uraster rubens* 2 inches, *Solaster* desgleichen, *Astropecten aurantiacus* 1—2 englische Fuss, Ophiuridae bis zu 6 Fuss) kriechen, während senkrecht kriechend bloss 1 inch in 4 Minuten zurückgelegt werden kann. *Spatangus*, der anstatt mit den Ambulacralfüssen mit den Stacheln sich fortbewegt, bewegt sich noch langsamer und ist nicht im Stande senkrecht, emporzuklimmen. (Holothurien bewegen sich auch nur langsam.)

Ueber die Reactionsgeschwindigkeit machen dieselben Forscher die Angabe, dass bei einem Nadelstich die Area auf $1/2$ inch im Umkreis fast augenblicklich, weiterhin aber langsamer und schwächer reagirt (Seeigel††)).

---

*) (659. 1897, p. 314; 305.)
**) (576. p. 848 ff.)
***) Preyer, I. p. 125—126.
†) Dohrn, nach Schmidt, Brehm's Thierleben. X.
††) (576. p. 842, 851.)

G r a b e r*) erhielt rasche Abstumpfung von Echinodermen gegen das gleiche Reizmittel. Bei Einwirkung von Rosenöl auf Schlangensterne (*Ophioderma*) konnte nach 10 Minuten keine Reaction durch das genannte Reizmittel oder Rosmarinöl oder Asa foetida erzielt werden, während dasselbe Thier bei Ammoniak sich noch um 20 cm mit einem Ruck vorwärts schnellte. Bei Haarsternen (*Antedon*) konnte nur dreimal hintereinander Ausweichen bei Rosenölreizung erhalten werden; junge *Synapta* gaben bloss anfangs auf Rosenöl Reactionen.

---

*) G r a b e r, V., Ueber die Empfindlichkeit einiger Meerthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centralblatt. VIII. (1888) 1889. p. 743—754.

C. Experimentelle Befruchtung.

I. Parthenogenese
(Entwicklung des Eies ohne Spermatozoen).

1. Natürliche Parthenogenese.

Natürliche Parthenogenese ist unter den Echinodermen für Seesterne beschrieben worden (Greeff*)). Aehnlich manchen anderen Thieren, zeigen die Eier von *Asteracanthion* (*rubens*), wenn sie nicht zur normalen Zeit befruchtet werden, Ansatz zu parthenogenetischer Entwickelung: nach Abschnürung der ersten Polzelle ergänzt sich die im Ei zurückgebliebene Spindelhälfte zu einer Vollspindel, aus welcher jedoch nur zwei Kerne hervorgehen, die wieder verschmelzen und gewissermassen durch innere Selbstbefruchtung die Reduction der Kernmasse rückgängig machen und weitere Entwickelung einleiten (O. Hertwig**); auch *Asterias glacialis*, *Astropecten****) und *Asterias Forbesii*†)).

Bei den Seeigeln ist hingegen kein Fall natürlicher Parthenogenese sichergestellt; die gegentheilige Angabe von Viguier††) kommt nach Loeb†††) nicht in Betracht, weil keine genügenden Massnahmen zur Fernhaltung von Spermatozoen getroffen waren (z. B. ♂ und ♀ zugleich geöffnet wurden u. s. w.). Gänzlich irrthümlich scheinen die Angaben von Ariola§) zu sein, der nach Loeb§§) gar keine Seeigellarven vor sich gehabt haben dürfte. R. Hertwig§§§) beobachtete zwar an See-

*) Greeff, R., Ueber den Bau und die Entwickelung der Echinodermen. Sitzber. der Ges. zur Beförd. der ges. Naturwiss. Marburg. 1876, No. 5.

**) Hertwig, O., Die Zelle und ihre Gewebe. Jena. 1893. vol. p. p. 239.

***) ——, Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jen. Zeitschr. XXIV. 1890. p. 300. Ab. X.

†) (Mathews, A. P., 466. p. 149.)

††) Viguier, C. R. de l'Acad. d. Sciences. Paris. 2. und 9. Juli 1900.

†††) Loeb, J., Experiments on Artificial Parthenogenesis etc. Amer. Journ. of Physiol. vol. IV. Jan. 1. 1901. No. 9. p. 452.

§) Ariola, V., La Natura della partenogenesi nell'Arbacia pustulosa. Atti della Società Ligustica. Anno XII. Genova 1902.

§§) Loeb, J., Ueber die Einwände des Herrn Ariola gegen meine Versuche über künstliche Parthenogenese. A. f. Entwm. XIV. 1902. p. 288—289.

§§§) Hertwig, R., Ueber Befruchtung und Conjugation (Referat). Verhandl. der Deutsch. Zool. Ges. Jahrg. 1892.

——, Ueber Centrosoma und Centralspindel. Sitzber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München 1895.

(——, 306.)

igeleiern, die unbefruchtet über einen Tag im Seewasser gelegen waren, Kernveränderungen; dieselben führten aber nur selten bis zur Kerntheilung.

Literatur über natürliche Parthenogenese

findet sich in folgenden Abhandlungen zusammengestellt:

Seidlitz, G., Die Parthenogenese und ihr Verhältniss zu den übrigen Zeugungsarten im Thierreich. Leipzig 1873.

Taschenberg, O., Historische Entwicklung der Lehre von der Parthenogenesis. Abhdl. ntf. Ges. zu Halle. XVII. 1892. (p. 365—454.)

Boveri, Th., Zellen-Studien. Ueber das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jen. Zeitschr. XXIV. 1890. (p. 395.)

Hertwig, O., Die Zelle und die Gewebe. Jena 1893. (vol. I. p. 239.)

Lau, H., Die parthenogenet. Furchung des Hühnereies. Inaug.-Diss. Jurjew (Dorpat). 1894.

Barfurth, D., Versuche über die parthenogenet. Furchung des Hühnereies. A. f. Entw.-mech. II. 1895—96. p. 304. (p. 347—350.)

Petrunkewitsch, Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. Zool. Jahrbücher. XIV. p. 573. Ab. 43—46. 1901.

Wilson, E. B., The Cell in Development and Inheritance. 2. ed. 1902. (Macmillan Comp.) New York. p. 280 ff.

(Auf botanischem Gebiete; auch experimentell:)

Klebs, G., Ueber einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung. 8°. 26 pp. Jena (Fischer). 1895.

———, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 543 pp. 3 Abs. 15 Afgs. Jena (Fischer). 1896.

Nathanson, Alex., Ueber Parthenogenesis bei Marsilia und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Berichte d. Deutsch. botan. Gesellschaft. 18. Jhrgg. Bd. XVIII. p. 99.

Overton, J. B., Parthenogenesis in Thalictrum purpurascens. The Botanical Gazette. vol. XXXIII. Mai 1902. Chicago (University Press). p. 363—375. Ab. XII—XIII.

2. Künstliche Parthenogenese.

(1) Befruchtung durch mechanische Mittel.

Tichomiroff*) fand, dass Eier von *Bombyx mori* durch starkes Reiben mit einer Bürste zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt werden können. Ungereizt erfolgt keine Parthenogenese, jedoch sind von dem gleichen Schmetterling (Seidenspinner) Fälle von parthenogenetischer Entwicklung sonst bekannt (Castellet, Herold, v. Siebold). Unter den Echinodermen werden vom Seestern *Asterias Forbesii* die Polarkörper aus reifen Eiern auch ohne Befruchtung ausgestossen, bei Schütteln eine grössere Anzahl als sonst (Mathews**)), indem die Nuclearmembran zerrissen wird (Morgan**)).

Beim Seeigel *Arbacia* entwickelt sich, obzwar sonst die Polarkörper nicht vor der Befruchtung ausgestossen werden, dennoch eine grössere Anzahl unreifer Eier, wenn dieselben geschüttelt wurden (Morgan**)).

*) Tichomiroff, Die künstliche Parthenogenese bei Insecten. Arch. f. An. u. Phys. Ph. Abth. Suppl. 1886. p. 35—36.

**) (A. P. Mathews. 466.)

Tabelle der Beobachtungen über künstliche Parthenogenese.

Strongylocentrotus lividus		reine Eikernspindel: Exc. Lg., Gestalt	Hertwig, R.,	1892	Ueber Befruchtung u. Conjugation.
Echinus microtuberculatus	Strychnin (unter u. üb. 0.1 %), aber auch Liegen über 1 Tag	Kernveränderung, selten bis Kerntheilung	,,	1895	Ueb. Centrosoma u. Centralspindel.
		$^1/_2$ Chromos. Oft gewundene Spindelf. Anomalien	,,	1896	Ueber die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies.
Arbacia	(obzwar Polarkrpr. ohne Befr. nicht ausgestoss.	b. Schütteln denn. gröss. Anz. s. entw.)	Morgan	1894	Exp. Stud. on Echinod. Eggs.
Sphaerechinus ,,	1,5%n*) NaCl in Seew., 15', solange in Lösung (unbefruchtet; nicht unreife Eier) [*) vgl. Note ††) p. 1220]	Archoplasmacentren ähnlich wie in befruchteten Eiern, aber langsamer und schlechtere Strahlen	Morgan	1896	Th. Product. of Artific. Astrosph.
Arbacia punctulata	1,5% NaCl. od. 3,5 % $MgCl_2$ $^1/_2$ h (1 h)	Nach weiterer $^1/_2$ h gefurcht (weitergehend)	Morgan	1899	Th. Action of Salt-Solutions.
,,	2 h (4 h); — belassen NaCl, $MgCl_2$	1 h ($^1/_2$) sofort in mehrere Theile;	,,	1899	,, ,,
,,	3 h ($6^1/_2$ h); ,,	1 h ($^1/_2$) (Hydroz. Furchtypus)	,,	1899	,, ,,
Arbacia	$^{10}/_8$n $MgCl_2$ 2h	Pluteï geringe Zahl u. langsamer als norm. befr. (Controleier keine Entw.)	Loeb	1899	On the Nature of th. Proc. of Fert.
,,	NaOH Zusatz (ohne Erhöhung d. Concentr.)	Bis zu 10 Zellen, aber nicht weiter	Loeb	1900	p. 446. On th. artific. Prod. of Norm. Larvae fr. th. unfert. Eggs.
,,	99 cm³ Meerw. + 1 cm³ $^1/_{10}$n KHO (od. 98 + 2) 99 cm³ Seew. 1 HCl (98 + 2) (97 + 3)	Ungünstiger Effect	,,	1900	,,
	Aus beid. letzt. Lös. n. 10 Min. in Seew. zur.	manchmal 2 Zellenstad.	,,	1900	
,,	60 cm³ $^{20}/_8$n $MgCl_2$ + 40 cm³ Seew. $^1/_2$—$2^1/_2$ h 50 cm³ $^{20}/_8$n $MgCl_2$ + 50 cm³ Seew. $^1/_2$—$2^1/_2$ h	Blastula, Pluteus: Fehlen d. Eimembran, Schwimmen am Grunde 72 h nach Lsg.; = normalen	,,	1900	p. 450. ,,
,,	(40 cm³ $^{20}/_8$n $MgCl_2$ + 60 cm³ Seew. unwirksam)	—	,,	1900	,, ,,

Tabelle der Beobachtungen über künstliche Parthenogenese.

Strongylocentrotus franciscanus	50 cm^3 $^{20}/_8$n $MgCl_2$ + 50 cm^3 Seew. 2 ^{h} 50′	Pluteï	Loeb	1900	On artif. Parth. in Sea-Urch.
Strongylocentrotus purpuratus	,, ,,	,,			
,,	50 cm^3 $^{10}/_8$n NaCl od. } + 50 cm^3 Seew. 70′	Pluteï 10 Tage	Loeb	1900	Further experim. on Art. Parth.
,,	,, $^{10}/_8$n KCl } (eher wirks. als $MgCl_2$)	,, ,,	,,	1900	,,
,,	,, $^{20}/_8$n $CaCl_2$ + 50 cm^3 Seew. 40—50′	Blastula, 1 Tag	,,	1900	,,
,,	,, ,, ,, (länger	absterbend)	,,	1900	,,
,,	20 cm^3 $^{20}/_8$n NaCl + 30 dest. W. + 50 Seew. }	Besseres Resultat als vor.	,,	1900	,,
,,	17$^1/_2$,, $^{20}/_8$n NaCl + 32$^1/_2$,, + 50 ,, }				
Arbacia	15 ,, 2$^1/_2$n NaCl + 35 ,, + 50 ,, 2 ^{h} (nied. Grenze)	mehr als 25% Blastulae	,,	1900	,,
(*Strong.* u.) ,,	10 cm^3 3$^1/_2$n NaCl + 90 Seew. (2$^1/_2$n NaCl = 146,25 g/l) 1—2 ^{h} }	Blastulae 50%, wenige Pluteï, *Arb.* Tendenz z. Mehrfachbildung, *Strong.* (sehr dünne) Membran	,,	1900	,,
,, ,,	10 cm^3 3$^1/_2$n KCl + 90 Seew. (2$^1/_2$n KCl = 186,25 g/l) 1—2 ^{h} }				
,, ,,	7 cm^3 2$^1/_2$n NaCl + 93 Seew. (in d. Lösung blbd.	Blastula zu erreichen)	,,	1900	,,
,, ,,	Rohrzucker 25 . 2n + 100 Seew. (684,3 g/l) } 1—2^h	Entwicklung	,,	1900	,,
,, ,,	(Harnstoff) Urea 17$^1/_2$. 2$^1/_2$n + 82$^1/_2$ Seew. }				
,, ,,	Rohrzucker 60 . 2n + 40 d. W. {o.D.=90 cm^3 Seew. }	schwimmende Blastulae	,,	1900	,,
,, ,,	,, 55 . 2n + 45 ,, { + 10. 2$^1/_2$n NaCl }				
Arbacia	12 . 2$^1/_2$n NaCl + 8 . 8 Seew. 2 ^{h} } anstatt analog	in d. Regel mehr als 1 Embryo	,,	1901	p. 445. Exp. o. A. P. in Annelids etc.
,,	,, ,, $MgCl_2$,, ,, } KCl	(keine Riesen [Verschmelz.])	,,	1901	,,
,,	10 . 2$^1/_2$n NaCl + 90 Seew. {viell. inf. gering. Dissoc. d. NaCl, daher Isosmot.}	denselben Einfluss	,,	1901	p. 449. ,,
,,	12$^1/_2$. 2$^1/_2$n KCl + 87$^1/_2$,,				,,
Arb. pust., *Sphaer. gran.*, *Strongylocentrotus liv.*	Afrika,	natürl. Parthenog., vgl. Loeb. 1902. XIII.	Viguier	1900	Hermaphrod. et parthénog. C. R. 2/VII.—La théorie d. l. fertil. 9/VII.
Arbacia	Neapel	natürl. Parth. vgl. Loeb. 1892. XIV.	Ariola	1902	La natura della Parthenogenesi. Atti Lig. XII.

Arbacia	$MgCl_2$ 10% wird nach 30—60 Minuten	schädl., sonst Theilungen	Morgan	1900	Further Studies on the Action etc.
"	" " 5 Min.	$1/3$ der Eier s. entwickelnd nach $2^3/_4$ h Seewasser	"	1900	"
"	" 5% 60 "	$1/3$ der Eier s. entwickelnd	"	1900	"
"	" schwächere Lösung 2—3 h	" "	"	1900	"
"	" 15% 5 Min.	schädlich	"	1900	"
"	(NaCl nur ½ so stark wirkend)		"	1900	"
"	verdünntes Seew. ½ Vol. dest. W. 10—90 M. rückv.	keine Theilung (Vol.zunahme 5 : 4 normal)	Morgan	1900	Further Studies on the Action etc.
"	bis zum Gefrierpunct abgekühlt. 4 h rückv.	nach weiteren $3^1/_2$ h Theilung mit nur 1 Strahlung (während Abkühlung keine Astrosph.)	"	1900	"
"	¼% Strychninalkaloid } $3^1/_2$ h in Lösung	Segment.beginn [Strahlen-	"	1900	"
	¼ u. ⅛% " sulfat }	systeme, 1 genügend]	"	1900	"
	" { vor 90 m rückv.	keine Furchung	"	1900	"
	" { bei 90 m "	nach weiteren $3^1/_2$ h Furchung (aber nicht so gut wie bei mehr h. Str.)	"	1900	"
Toxopneustes variegatus	$MgCl_2$-Methode	½ Chrom.zahl., infolge Durchsichtigkeit (fehlen des Sp.-Kerns direct nachweisbar)	Wilson	1901	Experim. Studies in Cystology.
" "	13% $MgCl_2$ (½ Seewasser) 2 h u. mehr bei Eiern, die mit Sperma nicht mehr gut zu	befruchten, bessere Resultate (jedoch bei stärkerer Einw. unregelm. F.)	"	1901	"
" "	Ungekernte Schüttelbruchst. $MgCl_2$-Methode darin gelassen oder in Seewasser zurückvers.	Asteren, die Theilung aber keine cytopl. Theilung bald verschwind. $1/3$ d. (13) Eier	"	1901	"

Tabelle der Beobachtungen über künstliche Parthenogenese.

(Arbacia?)	Abkühlung etwas über 0,° unbefruchtet best. Stadien u. Zeit	Larvae	(Greeley) Loeb	1902	On the Prolongation of the Life of Eggs. Am. Journ. Physiol. vol. VI. 1. Jan. p. 315.
(Asterias)	dieselben Bedingungen	32 Zellenstadien			
Asteracanthion rubens	In Natur	parth. Entwicklung	Greeff	1876	Ueber d. Bau u. d. Entw. d. Echinid.
Asterias glacialis / *Astropecten*	Hie u. da i. d. Natur.	Blastula ohne Dotterhaut und mit $^1/_2$ Chrom. zahl.	O. Hertwig	1890	Exp. Studien am thierischen Ei.
Asterias Forbesii	(Polarkörper auch ohne Befr. ausgestossen.	Bes. b. Schütteln.)	(Math.) Morg.	1894	Exp. Stud. on Echinod. Eggs.
Asterias	1,5 % NaCl oder 3,5 % $MgCl_2$ $^1/_2$ h	Strahlungen	Morgan	1899	The Action of Salt-solutions.
Asterias rubens	203 g $MgCl_2$ 6 H_2O auf 1 l, $^1/_2$ filtr. Seew.	Verzögerte Entwicklung; bis Blastula. Anomalieen ähnl. Hybrid. Psammech. m. ♀	Giard	1900	Développem. d. Oeufs d'Ech.
Asterias Forbesii	12 cm^3 $2^1/_2$n NaCl + 88 cm^3 Seew.	Blast. (Vors. nur ♀, Wssr. 70°)	Loeb	1900	p. 183. Furth. Exp. on Art. Parth.
Asterias	H; 3—5 cm^3 unorg. Säure + 100 cm^3 Seew. 3—20'.	Gastrulae (Vorsicht, nicht schütteln)	Loeb, Fischer, Neilson,	1901	Weitere Versuche üb. künstl. Parth.
	Kalium oder sonst. versuchte Ionen	negativ			
Chaetopterus	1,5% NaCl oder 3,5% $MgCl_2$	nicht bis zur Ausstossung der Richtungskörper	Morgan	1900	Further Stud. on the Action etc.
,,	Kalium und HCl ohne Concentrationserhöhung	Trochophorae	Loeb	1901	Exp. o. Art. Parth. in Annelids.
,,	$^1/_4$% KCl	Beide Richtungskörper ausstossend und Theilung	(Mead) Morgan	1900	Further Stud. on the Action etc.
Amphitrite	Nicht Kalium, aber geringe Calciumspuren, Mg, Sr, Li, Na wirkungslos; eb. Wasserentziehg.	Entwicklung	Loeb, Fiedler Neilson	1900	Weitere Versuche über künstliche Parthenogenese.
Nereïs limbata	?	segmentirte Larven	Loeb, Fiedler, Neilson	1900	Weitere Versuche über künstliche Parthenogenese.
Podarke	?	(künstliche) Entwicklung	(Greeley) Loeb Fiedl., Neils.	1900	,,
Cerebratulus	Salzlösungen	2 Arten artific. Astrosph.	Morgan	1899	The Action of Salt-solutions.
Sipunculus	—	—	—	—	
Echinarachnius	—	—	—	—	

Phallusia	1,5% NaCl in Seewasser	Archoplasmasterne, auch zu grossen Sonnen sich vereinigend	Morgan	1896	Th. Prod. of Artif. Astrosph.
Bombyx mori	2′ conc. Schwefelsäure, dann abgespült	4. Tag Farbe wechselnd 6. Tag Embryo, normal mit normaler Hülle	Tichomiroff	1886	Die künstl. Parthenog. b. Insect. A. f. A. n. Ph. Ph. Abth. Suppl. p. 35—36.
	(natürl. Castellet; Herold, v. Siebold, Verson)		Nussbaum	1894	A. f. mikr. An. p. 444.
	[Bürste schwach gerieben Bürste stark gerieben (ungereizt keine Parthenogenese)	keine Entw. (16 Eier)] (99 Eier) 4. Tag 6 Farbenwechsel			
Leuciscus rut., Cobitis taenia, Phoxinus laevis etc. *Rana esculenta*	Rohrzucker 10%, NaCl 1%, 3 h (Ochsenserum 1, $2\frac{1}{2}$ h)	Fragment., — Kernveränd., keine Furchung	Bataillon	1901	La pressionosmot. et lesgr. Probl.
Rana fusca, esculenta *Hyla arborea*	Sublimat, daringelassen oder in Wasser übertragen	th. anormale, th. normale Furchung	Dewitz	1887/8	Kurze Notiz über die Furchung von Froscheiern in Sublimatlösung. Biol. CB. VII. p. 93.
	keine natürliche Parthenogenese		Pflüger		Ueber die parthen. Furchung der Eier der Amph. Pfl. A. XXIX. p. 40.
	Antidiphtherieserum	Furchung	Kulagin	1898	Zool. Anz. p. 653.
Gallus domesticus	unbefruchtete Eier	Fragmentirung, aber keine Kern-Furchung	Barfurth	1895/6	Versuche über die parthenogenet. Furchung des Hühnereies. A. f. Entwmech. II. p. 303. Lit.
Marsilia vestita	Temperaturerhöhung (36° C)	vollständige Pflanzen	Nathanson	1900	Ueber Parthenog. b. Marsilia. Bot. Ges. XVIII. Heft III. (22/III.)
Protosiphon, Vaucheria,	„	„	Klebs	1896	Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. p. 245 (Fischer, Jena).
Spirogyra, Desmidiaceen	6 % Zuckerlösung	„	„	„	

(2) Befruchtung durch Temperaturwechsel.

Morgan*) fand, dass unbefruchtete Eier von *Arbacia*, in Seewasser bis zum Gefrierpunct abgekühlt, sich nachher theilen konnten und zwar ohne Astrosphären. Nach Wiederherstellung höherer Temperatur konnte eine vom Kern ausgehende Strahlung auftreten und trotz des Vorhandenseins nur eines Systemes können sich die Eier furchen. (Bei 4 h Aufenthalt in der Kälte in $3^1/_2$ h nach Rückversetzung.) Auf Anregung Loeb's untersuchte A. W. Greeley**) ebenfalls den Einfluss von Eis auf Seeigeleier, die das 32-Zellenstadium erreichen konnten, und auf Seesterneier, die sogar bis zu Larven sich weiterentwickelten.

Hingegen scheint die Parthenogenese durch Herabsetzung der Concentration nur vor sich zu gehen, wenn die Versuche bei über 20° C. angestellt werden (Doncaster zu Neapel, Loeb in Californien***).

(Vgl. die botanische Literatur, welche bei der „natürlichen" Parthenogenesis und in der Tabelle angeführt ist.)

(3) Osmotische Befruchtung.

Nachdem bereits bei mehreren Thierklassen durch Einwirkung der verschiedenartigsten chemischen Agentien auf unbefruchtete Eier Erscheinungen beobachtet worden waren, die eine mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit mit normaler Furchung aufwiesen, ohne aber jemals zur Entwicklung eines Embryos geführt zu haben (vgl. die Tabelle), gelang es Jaques Loeb†), unbefruchtete Seeigeleier (*Arbacia*) durch zweistündige Einwirkung von $^{10}/_8$n ††) $MgCl_2$ (Magnesiumchloridlösung) zur Entwicklung zu bringen und bis zum Pluteusstadium aufzuziehen, d. i. ebensoweit, als es mit befruchteten Eiern derselben Gattung gelingt.

Während Loeb anfänglich eine specifische Wirkung der Magnesium-

---

*) Morgan, T. H., Further Studies on the Action of Salt-Solutions and other Agents on the Eggs of Arbacia. A. f. Entwm. X. 1900. (2.)

**) Loeb, J., and W. H. Lewis, On the Prolongation of the Life of the Unfertilized Eggs of Sea-Urchins by Potassium Cyanide. Amer. Journ. of Physiology. vol. VI. 1. Januar 1902. No. V. (p. 315.)

***) Loeb, J., Ueber Methoden und Fehlerquellen der Versuche über künstliche Parthenogenese. A. f. Entwm. XIII. 1901/2. p. 481—486. (483.)

†) Loeb, 1899.

††) Unter „Normallösung" (n) versteht man eine Lösung, welche das Grammäquivalent der gelösten Substanz in einem Liter (Wasser) enthält. Das Grammäquivalent eines Stoffes ist diejenige Gewichtsmenge desselben, welche sich mit 1 g eines bestimmten Vergleichselementes (Wasserstoff) verbindet. Häufig bedient man sich einer $n/_2$, $n/_4$, 2 n . . . Lösung, d. h. einer solchen, welche $^1/_2$, $^1/_4$, 2 mal . . . so viel Gramm der gelösten Substanz auf 1 l enthält. Für Elemente erhält man die Zahl für das Grammäquivalent, indem man das Atomgewicht durch die Werthigkeit dividirt; für Verbindungen tritt an die Stelle eines Atomgewichtes die aus der Molecularformel berechnete Summe der Atomgewichte. — Wenn die Substanz rein (und trocken) erhältlich ist, so wägt man zur Bereitung einer Normallösung das Grammäquivalent genau ab und löst in soviel Flüssigkeit, dass gerade 1 l resultirt (indem man zuerst in weniger als 1 l destillirtem Wasser löst und dann auf 1 l ergänzt).

ionen annehmen zu müssen glaubte, zeigte es sich bei seinen weiteren Versuchen an derselben und anderen Seeigelarten (*Strongylocentrotus* u. s. w.), dass die gleiche Wirkung bei denselben zu erzielen ist, wenn die Concentration des Seewassers um den gleichen Betrag durch andere Salze*) (gleichgiltig welche), ja selbst durch Rohrzucker oder Harnstoff, erhöht wird und daher nicht specifische Ionen, sondern der erhöhte osmotische Druck (Osmotische Befruchtung*); Tonogamie**)) als der wirksame Factor anzusehen ist. Nach Einwirkung auf die Hälfte verdünnten Seewassers (durch 10—90 Minuten) sah hingegen Morgan***) keine Theilung unbefruchteter Eier eintreten.

(4) Befruchtung durch specifische Ionen (ohne Spermaextract).

Nichtsdestoweniger giebt es für verschiedene Eier Ionen, die auch ohne merkliche Concentrationserhöhung eine parthenogenetische Entwickelung herbeizuführen im Stande sind. Bei *Arbacia* löst NaOH bis zu zehn Zellen†), bei *Asterias* unorganische Säure (wirksam H) bis zur Gastrula††) gehende Entwickelung aus. Beim Wurme *Chaetopterus* lässt Kalium und Wasserstoffchlorid ohne Concentrationserhöhung schwimmende Larven (*Trochophorae*) hervorgehen†††), während bei *Amphitrite* Calciumspuren, aber weder Kalium (oder Na, Sr, Li, Mg), noch Concentrationserhöhung Entwickelung veranlassen††).

Hier dürfte auch die Wirkung von Strychnin auf Seeigeleier (R. Hertwig§), Moran§§)), von Sublimat auf Froscheier (Dewitz§§§)) und andere ähnliche (vgl. Tabelle!) sich anschliessen.

(5) Befruchtung durch Extractivstoffe aus dem Sperma.

Piéri*†) schüttelte frischen Samen von *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus esculentus* $^1/_4$ Stunde lang in einem Wassergefässe, A) mit Meerwasser, B) destillirtem Wasser, filtrirte durch Papier, wobei zwar Spermatozoen durchgehen, aber unbeweglich, ohne Schwanz, daher todt[?], soweit im Mikroskope bemerkbar, und setzte sofort oder bis 10 Stunden nach der Bereitung den so gewonnenen Extract frischen, reifen, dem Eierstocke entnommenen Eiern zu. Bei A) erhielt er zahlreiche, bei B) wenige, sich langsam entwickelnde Morulae; von Controleiern furchten sich keine.

---

*) Loeb, 1900.
**) Giard, 1901.
***) Morgan, 1900.
†) Loeb, 1900.
††) Loeb-Fischer-Neilson, 1901.
†††) Loeb, 1901.
§) R. Hertwig, 1895.
§§) Morgan, 1900.
§§§) Dewitz, 1887/88.
*†) (541.)

Piéri macht selbst die Einwände, dass das von ihm gefolgerte lösliche Ferment („Ovulase") eigentlich durch Centrifugiren und Filtriren durch Porzellanfilter gewonnen werden müsste, und dass vielleicht doch Eier vorher befruchtet gewesen waren (als Vorsicht war nur Abwaschen der Eier angewandt worden).

Dubois*) wollte ebenfalls aus dem Sperma von *Echinus esculentus* eine „Zymase" isolirt haben, die im Ei vorhandene Substanzen modificiren soll. Da derselbe Fermente für nicht diffundirbar hält, bestreitet Winkler**) den Werth seiner Mittheilung.

Winkler stellte Spermaextract von *Sphaerechinus* und *Arbacia* auf zweierlei Art dar. 1. Das Sperma wurde in destillirtem Wasser aufgenommen, $^1/_2$ Stunde geschüttelt, 5—6 mal durch dreifaches Papierfilter filtrirt, dann soviel Rückstand von eingedampftem Meerwasser hinzugefügt, dass die Concentration normal wurde (ca. 4 %). 2. Meerwasser wurde eingedampft und in $^1/_4$ des Volumens wieder gelöst. In diese 20 % Lösung gebracht, verquoll das Sperma sofort***). Die weitere Behandlung wie bei 1. In beiden Fällen ergab nur der Spermaextract der eigenen Art verlangsamte Furchung bis zu vier Theilungen und daran anschliessend abnormen Zerfall, wohl infolge Fehlens der Dotterhaut (Winkler). (In Controlversuchen trat nie Furchung ein.) Mitosen wurden an Schneider'schen Carminessigsäurepräparaten constatirt [Chromosomenzahl?]. Später verwandte Winkler†) auf 70° erhitzte Spermatozoen und erhielt auch manchmal positive Resultate (wobei die Concentration annähernd der des natürlichen Seewassers gleich gemacht wurde††).

3. Charaktere der parthenogenetischen Eier und Embryonen der Seeigel.

Die auf die verschiedenste Art erzielte Weiterentwicklung unbesamter Eier der Seeigel weist gemeinsame Charaktere auf, welche die entstandenen Producte auch ohne Kenntniss ihrer Vorgeschichte von normal befruchteten zu unterscheiden gestatten. Diese Merkmale sind:

α) Das Fehlen der dicken Dotterhaut, die sich sonst beim Eindringen des Spermatozoons ins Ei abhebt,

*) Dubois, R., Sur la spermase et l'ovulase. Compt. rend. hebd. des séances d. l. Soc. de Biologie. LII. 1900. p. 197.

**) Winkler, H., Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus dem Sperma. A. d. Nachrichten d. k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-physik. Kl. 1900. Heft 2. (19. Mai.) [Sep. p. 1—7.]

***) [Methode von] Fr. Miescher, Histochem. u. physiol. Arbeiten. Bd. II. 1897. p. 63. [10—15 % Kochsalzlösung für Lachssperma deletär.]

†) Winkler, H., Ueber Merogonie und Befruchtung. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. 1901. XXXVI. 4. 4. p. 753.

††) Negative Resultate erhielt Cremer, M., Ueber die Einwirkung von Forellensamenpresssaft auf Forelleneier. Sitzber. Ges. f. Morphol. u. Physiol. München. Bd. 16. 1900. p. 111.

β) die langsamere Entwicklung,
γ) das Schwimmen am Grunde anstatt des Emporsteigens bei normal befruchteten (Loeb, 1900),
δ) die halbe Chromosomenzahl (R. Hertwig 1895, 96, Morgan 1899, Wilson 1900).

II. Befruchtung durch lebende Spermatozoen (Besamung).

(Angaben über den chemischen Bau der Seeigelspermatozoen, „Arbacin“ und „Arbacianucleïnsäure“, gab Matthews*)).

Lebensfähigkeit der Samenfäden.

Nach Gemmil**) verlieren die Spermatozoen der Echiniden in Seewasser die Fähigkeit, zu befruchten, nach 5 Stunden.

Boveri erzielte eine eigenartige Lähmung der Spermatozoen durch 0,05 % Kalilauge (vgl. weiter unten (5) a).

O. und R. Hertwig***) untersuchten die Einwirkung verschiedener chemischer Agentien (Gifte) auf Samenfäden und prüften, ob sie noch zu befruchten im Stande waren.

1) Chloralhydrat. 0,5 % Lösung hob nach 5 Minuten die Beweglichkeit auf, die aber rasch bei der Rückversetzung in Meerwasser zurückkehrte. Normale Befruchtung. Nach halbstündigem Verweilen in der Lösung blieben die Spermatozoen mehrere Minuten unbeweglich, erlangten erst allmählich Bewegungs- und spät erst Befruchtungsfähigkeit wieder. Nach 35 Minuten langer Einwirkung der Lösung konnte noch nach zehn Minuten keine Abhebung der Dotterhaut bemerkt werden. Später doch vereinzelte Viertheilungen.

2) Nicotin wirkte sehr schwach; in einer Lösung, in welcher Eier bereits bald abstarben, führten die Samenfäden lebhafteste, tumultuarische Bewegungen aus, und, nach 35 Minuten zu Eiern zugesetzt, erfolgte die Befruchtung in normaler Weise. Nach 1 ^{h} 35 Min. hob sich die Eihaut nicht sofort ab, indem die Spermatozoen nur an der Oberfläche der Eier blieben; jedoch nach weiteren 10 Minuten erfolgte Abhebung und dann normale Zweitheilung.

3) Morphium, 0,5 %. Eine Stunde und mehr keine Veränderung. Nach $^{3}/_{4}$ Stunden noch normale Entwicklung erhalten. Schien ohne jeden Einfluss zu sein.

---

*) Matthews, A. P., Zur Chemie der Spermatozoen. Ztschr. f. physiol. Chemie. Bd. 23. 1897. p. 399.

**) Gemmil, J. T., On the vitality of the ova and spermatozoa of certain animals. Journ. of anatomy a. physiology. 1900. XXXIV. (N. S. vol. XIV.) p. 163—181.

***) Hertwig, O. und R., Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. Jen. Zeitschr. XX. 1887. (N. F. 13.) p. 161—163.

4) Strychnin, 0,01 %. Selbst nach 3 Stunden nur schwache Verlangsamung der Bewegung, die auch normalem Sperma zukommt, bei noch vollkommener Befruchtungsfähigkeit; fast sämmtliche Eier entwickelten sich normal weiter.

5) Chinin, 0,05 %. Nach 5 Minuten erhebliche Verlangsamung der Bewegung, nach 35 Minuten keine Bewegung und keine Befruchtung. 10 Minuten nach Rückversetzung in Meerwasser noch unbeweglich, 20 Minuten Beginn einer Bewegung, vereinzelte Befruchtungen, später Gesammtheit befruchtend.

Rawitz*) brachte durch chemische Mittel Sperma von *Holothuria tubulosa* zur Reife (150 cm^3 4,7 % $MgCl_2$ + 45 cm^3 2,1 % Borax + 5 cm^3 0,1 % Calciumphosphat, schwach alkalisch, besonders geeignet) oder unterhielt die Bewegung reifer Spermatozoen mehrere Stunden lang (60 cm^3 4.7% $MgCl_2$ + 40 cm^3 2,1 % Borax, stärker alkalisch).

Sehr schädlich ist für Sperma die Erniedrigung (destillirtes Wasser— Piéri**), Winkler***)) und die Erhöhung der Concentration des Mediums.

Loeb†) giebt an, dass Seeigelsperma in einer Lösung von 2 g NaCl auf 100 cm^3 Seewasser nach wenigen Stunden nur mehr $^1/_{1000}$ der Eier zu befruchten im Stande ist, Morgan††), dass eine 2 % Salzlösung bereits nach 2 Stunden die Befruchtungsfähigkeit des Spermas aufhebt, Norman†††), dass $2^1/_2$ g $MgCl_2$ auf 100 cm^3 nach 22—30 Minuten Unwirksamkeit hervorrufen. In 20 % Meersalzlösung verquillt das Sperma sofort**).

Ueber die Beweglichkeit der Spermatozoen hat Prowazek§) mehrere Notizen mitgetheilt:

Die Spermatozoen des *Echinus* scheinen durch eine Substanz, die das lebende Plasma producirt, angezogen zu werden, denn a) kernlose Eifragmente locken auch Spermatozoen an, b) wie Eier, aus denen durch Schütteln zum grossen Theil die Reservesubstanzen entfernt wurden. Dagegen wirkt ein Zellenextract nur in ganz frischem Zustande anziehend, und zwar stärker concentrirt, als auf die Hälfte oder ein Viertel verdünnt. Die Spermatozoen sind aërotrop, sich im vollen Sonnenbilde um assimilirende *Enteromorpha* sammelnd. Ein Spermatozoon bewegte ein

---

*) Rawitz, B., Versuche über Ephebogenesis. Arch. f. Entwmech. Bd. VI. 1901. p. 207.

**) (541.)

***) Winkler, H., Ueber die Furchung unbefruchteter Eier unter der Einwirkung von Extractivstoffen aus dem Sperma. A. d. Nachrichten d. k. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen. Math. phys. Cl. 1900. (Heft 2.)

†) Loeb, J., Journal of Morphology. VII. 1892. p. 253.
—— (387. p. 450ff.)

††) (466. p. 148.)

†††) (512. p. 117.)

§) Prowazek, S., Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. 1900. XXIII. p. 305—309.

Eifragment von 4,67 μ Durchmesser um 2,33, ja um 5,83 μ Wegetheile; trotzdem wird die Bewegungsbahn eines *Cryptochilum*, das in eine sehr concentrirte Ansammlung von Sperma versetzt wurde, fast gar nicht alterirt.

Abgerissene Spermatozoenschwänze sind nicht im Stande, sich zu bewegen, und zerfliessen. Bei Vorhandensein des Mittelstückes bewegen sie sich auch, wenn das distale Stück abgeschnitten ist.

Wird Sperma im Meerwasser auf 50—60° erhitzt, so ist es nicht mehr zu befruchten im Stande (Winkler*)).

O. Hertwig**) traf keine männlichen Seeigel an, deren Samen nicht Befruchtung hätten bewirken können.

2. Vereinigung der Geschlechtsproducte.

Die Eier werden bei den Echinodermen direct nach aussen entleert; während nach einer Angabe O. Hertwig's***) dies, ohne dass die Nähe eines Männchens als Reiz wirkt, geschehen sollte (im Gegensatze z. B. zu den Amphibien), behalten die Seeigel nach einer späteren Angabe desselben Autors†) ihre Geschlechtsstoffe, wenn sie isolirt gehalten werden, bei sich, und erst wenn man eine Anzahl in einem Gefässe zusammen hält, beginnen die Weibchen ihre Eier auszustossen, sowie ein Männchen den Samen entleert.

Die „künstliche Befruchtung" (besser Besamung) durch Zusatz von lebendem Sperma zu Eiern von Seeigeln (*Sphaerechinus*) wurde bereits 1853 von Krohn††) ausgeführt. 1874 experimentirte Al. Agassiz†††) an Seesternen (*Asteracanthion pallidus* und *Berylinus*, vgl. Bastarde).

3. Beeinflussung der Eier vor der Besamung.

Mechanische Mittel:

a) Abwesenheit des ♀Kernes: Merogonie.

Unbefruchtete Eier, aus welchen der Kern entfernt wurde, sind nach Zusatz von Samen dennoch im Stande, sich weiter zu entwickeln. Mechanisch kann die Entkernung entweder durch Schütteln und Heraussuchen der kernlosen Schüttelfragmente oder durch directen Schnitt erzielt werden. Der Spermakern übernimmt also auch die Rolle des Eikernes, während das mütterliche Cytoplasma erhalten bleibt (daher

*) Winkler, 1900.

**) Hertwig, O., Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jen. Zeitschr. XXIV. 1890. p. 284.

***) Hertwig, O., Exper. Untersuchungen etc. Jen. Ztschr. XIX. 1886. (II.)

†) ——, Eper. Studien etc. Jen. Ztschr. XXIV. 1890. p. 282.

††) Krohn, Ueber die Larven von *Echinus brevispinosus*. Arch. f. Anat., Physiol. und wissensch. Medicin. 1853. p. 361.

†††) Agassiz, Al., Note sur la Fertilisation artificielle de deux espèces d'étoiles de mer. Arch. zool. exp. 1874. T. III. Notes et revue. p. XLVI.

nicht männliche Parthenogenese — Delâge*) gegen Giard**) und Le Dantec***)). Die Chromosomenzahl ist entsprechend dem Fehlen der halben Kernsubstanz die halbe der normalen, d. i. 9 (Boveri†), soll aber, wenigstens in späteren Theilungsstadien, wieder auf 18 anwachsen (Delâge††); der anscheinende Widerspruch zwischen beiden Angaben wird vielleicht weniger unverständlich, wenn die Beobachtung (O. Hertwig's†††) über parthenogenetische Selbstbefruchtung unbesamter Seesterneier (vgl. Parthenogenese!) (und die von Boveri†) ausnahmsweise beobachtete doppelte Chromosomenzahl (18) des Keimbläschens) vergleichsweise herangezogen wird. (Siehe Tabelle auf Seite 1228 u. 1229.)

Mechanische Mittel:
b) Gekernte Bruchstücke.

Gekernte Eibruchstücke, welche durch Zerschütteln (eventuell unter Zusatz von Glasscherben) erhalten werden, können jedenfalls, wenn sie nur $^1/_4$ des Eimateriales enthalten Plutei, bei $^1/_{16}$ Blastulae bilden; eine untere Grenze ist jedoch noch nicht endgiltig ermittelt (Driesch§)). Die Furchung erfolgt im Allgemeinen als Bruchstück einer Ganzfurchung und lässt sich auf die von Boveri§§) genauer untersuchte Eistructur zurückführen. (Das Resultat können normale Pluteï sein.) Jedoch ist der Furchungsverlauf kein untrügliches Erkennungsmittel, woher ein Eibruchstück stammt; Boveri§§) sah eine Fragmentfurchung mit einer Mikromere auf dem Achtzellenstadium, die dann noch eine kleinste Mikromere bildete (Driesch's Furchungstypus F), an einem Bruchstück ablaufen, das keine Spur des normalen Mikromerenpoles (vegetative Polkappe) besass (Pseudomikromeren). Eier, die senkrecht zur Axe gestreckt und durchgerissen werden, ergeben nach Abkugelung Fragmente, die wie

---

*) Delâge, Y., Sur l'interprétation de la Fécondation mérogonique et sur une Théorie nouvelle de la Fécondation normale. Arch. zool. exp. (3) VII. 1899. No. 4. p. 510.

**) Giard, A., Sur le développement parthénogénétique de la Mikrogamète des metazoaires. C. R. Soc. Biol. Paris. 4. XI. 1899. p. 1—4. — [Zool. Centralbl. 1900. p. 130.].

—— Parthénogénèse de la Makrogamète et de la Mikrogamète des Organismes plusicellulaires. Cinquentenn. d. l. Soc. de Biol. Paris. vol. jubil. p. 1—14. — [Zool. Centralbl. 1900. p. 382.]

***) Le Dantec, L'équivalence des deux sexes dans la fécondation. Revue gén. des sciences pures et appl. XX. 1899. 30. nov. No. 32. p. 854—863.

†) Boveri, Th., Zellen-Studien. Ueber das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jen. Ztschr. XXIV. 1890. p. 443 ff.

††) Delâge, Y., Etudes sur la Mérogonie. Arch. zool. exp. (3.) VII. 1899. No. 3. p. 412—413.

†††) Hertwig, O., Die Zelle und die Gewebe. 1893. vol. I. p. 239.

§) Driesch, H., Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeimes etc. A. f. Entwm. X. 1900. p. 408. (9.)

§§) (100. p. 150—162.)

Miniatureier aussehen: auch bei nur annähernd solchen Verhältnissen ist das Resultat Ganzfurchung*). Rein animale Fragmente konnten nur bis Blastula mit einseitiger Wandverdickung gezogen werden.*) (Siehe Tabelle auf Seite 1229.)

(2) Thermische Mittel.

a) Temperaturerhöhung.

Wirkt eine Temperatur**) von 32° C während 5 Minuten auf unbefruchtete Eier ein, so kann darauf nach erfolgter Besamung der Befruchtungsvorgang normal verlaufen. Bei noch höherer Temperatur bis 36° C tritt Ueberbefruchtung in steigendem Masse ein und bei 37° C hebt sich die Eihaut infolge beginnender Wärmestarre nur mehr wenig ab. Bei 39—47° C findet keine Abhebung und keine Bildung von Befruchtungshügeln mehr statt. Bei noch höheren Wärmegraden verquellen die Eier unter Austritt von Eiweisstropfen. 31°, 10 Minuten wirkend, lähmt, so dass nach Eindringen des Spermatozoons die Vereinigung von Ei- und Spermakern nur langsam vor sich geht. 20 Minuten Polyspermie: 2 Spermatozoen auf ein Ei; 45 Minuten 3—4 Spermatozoen, 1 ^{h} 7—8 Spermatozoen, $1^1/_2$ ^{h} Eier noch nicht abgestorben, aber auf Sperma keine Reaction, keine Strahlung nach Eindringen (3—4 Spermatozoen auf ein Ei).

b) Temperaturerniedrigung.

Eier vor der Besamung auf — 2° bis — 3° C abgekühlt***), zeigen in der ersten $^1/_4$ ^{h} keine Strahlung, nach $^1/_2$ ^{h} nur unvollkommene Abhebung der Dotterhaut und weit vorragende Befruchtungshügel, oft 2 bis 4 Samenfäden; nach 1 ^{h} (und nach Besamung 30 Minuten) keine Abhebung der Dotterhaut, die aber noch nachträglich eintreten kann; abermaliges Eindringen von Samenfäden möglich; nach 2 ^{h} bleiben Eier unbefruchtet, aber nach gelinder Erwärmung kann Polyspermie und Abhebung der Dotterhaut erzielt werden.

Temperaturerniedrigung verlängert etwas die Befruchtungsfähigkeit (nach 50 ^{h} 0° 75 % sich entwickelnd, während bei Controleiern keine), aber weit weniger als KCN-Lösung (vgl. chemische Agentien; Loeb-Lewis†)).

(3) Concentrationserniedrigung.

(Concentrationserhöhung vgl. osmotische Parthenogenese.)

Unbefruchtete reife Eier nehmen in verdünntem Seewasser an Volumen zu, aber es findet, da sie keine Membran besitzen, kein Extraovat statt,

*) (100. p. 150—162.)
**) O. u. R. Hertwig, 1887. p. 213.
***) O. Hertwig, 1890. p. 285.
†) Loeb-Lewis, 1902. p. 314.

Tabelle der Beobachtungen über Merogonie.

	Kernlose Eitheile	Nach Besamung:			
Echinus	abgesprengte Eitheile durch Zerschütteln (20—30 Min.)	Membran, *Amphiaster*, K. meth. (nicht weiter verfolgt)	O. u. R. Hertwig	1887	Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. Jen. Ztschr. XX. 1887. 3. Cap. p. 224.
Echinus microtuberculatus	zerschüttelt	(b. 1/30 urspr. Vol.) monosperm befr. norm. entw., oder	Boveri	(1889)	Sitzb. Ges. Morph. u. Phys. München. V. 1889. (V. M.)
„ „	„	Missgeburt	„	1890	Jen. Ztschr. XXIV. p. 343.
		9 Chromos.		1895/6	Ueber die Befr. und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigeleier. A. f. Entwm. II. p. 400.
Sphaerechinus	geschüttelt (Scherben)	bis 16. Zellen (Sperma von *Ech.* ebenso schwer eindr., als in ganze Eier oder kernhaltige Fragmente	Morgan (vgl. Morgan)	1895/6	The Fertil. of non-nucl. Frgm. of Echinod. Eggs. A. f. Entwm. II. 280.
Strongylocentrotus lividus	abgeschnittene Eist. oder zerschüttelt	Membran, Furchung, Gastrula-, u. Blastula (Mikromerenbildung nicht typisch — von 8.—16. Zellenstadium auftr.)	Ziegler	1897/8	Experimentelle Studien über Zelltheilung. A. f. Entwm. VI. p. 275.
„ „	direct geschnitten	Zellkerne nicht kleiner als in ganzen Eiern	Delâge	1898	Embryons sansnoy au matern. C. R. 10, Oct. CXXVII. p. 528.
„ u. *Echinus**)	„ „	[Chromos. 18] Besamung leichter als in ganzen Eiern (bis klein Pluteus) nicht unreife Eier	„	1899	Études sur la Mérogonie. A. Zool. Exp. (3) VII. p. 382—417.
Echinus (*Psamme.*) *microtuberculatus*	Schütteln unreifer Eier	Strahlungsfigur, ohne spec. Furchungsstadien	Prowazek	1900	Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. XXIII. p. 305—309.

Echinus (Psamme.) microtuberculatus	Schütteln unreifer Eier, $1^1/_4$ h vor Besamung	normal, oder verzögerte oder wieder schwind. Furchen oder all. Spermatheilung (alveol. Strctr.)	Prowazek	1900	Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. XXIII. p. 305—309.
Echinus	zerschüttelt, zerschnitten oder mit vor Capillare gespanntem Faden durchschnürt	Weiterentwicklung	Winkler	1901	Ueber Merogonie und Befruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXVI. 4. 4. p. 753.
(Pflanze: *Cystosira*)	Druck und Durchströmung	vollkommene Pflanze		„	
*) f.: *Dentalium entale Lanice conchylega*		*Veliger. Trochophora*	Delâge	1899	

Tabelle der Beobachtungen über gekernte Eibruchstücke.

Echinus	Eier 20—30 Min. Reag.gläschen geschüttelt	von Gallerte befreit, geplatzt, bilden Zwergeier und Gastrulae	O.u.R.Hertwig	1887	p. 224.
Echinus microtuberculatus	Schüttelbruchstücke	bis $^1/_{20}$ d. norm. Eivol.	Boveri	1895/6	Ueber die Befruchtung und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigeleier. A. f. Entwm. II. p. 397, 418.
Sphaerechinus	Schüttelbruchstücke	Abnormität, ähnlich anderen Arten	„	1895/6	
Strongylocentrotus	Ei ⊥ Axe gestreckt, durchgerissen	nach Abkugelung Miniatureier. Ganzfurchung	„	1901	Ueber die Polarität des Seeigeleies. Verh. phys.-medic. Ges. Würzburg. N. F. XXXIV. p. 155.
	$^1/_{64}$ zerschüttelt vor Befruchtung (oder unm. nach Befruchtung) und abermals befruchtet	normale Gastrulae	Morgan	1895/6	Studies of the Partial larvae of Sphaerechinus. A. f. Entwm. II. p. 82, 124.
Echinus	zerschüttelt (vor)	(verschied. abnorme Typen) (Organisat. Bruchstücke)	Driesch	1896/7	Betrachtungen über die Organis. des Eies und ihre Genese. A. f. Entwm. IV. p. 110.
Strongylocentrotus	„	Bruchstückfurchung (nicht durchweg verlässlich)	Boveri	1901	Ueber die Polarität des Seeigeleies. Verh. der phys.-medic. Gesellsch. Würzburg. XXXIV. p. 155.

wie es bei solchen nach der Besamung geschieht (vgl. unten 6 (3) a) und die Wasseraufnahme ist geringer als bei den besamten (Loeb*)).

(4) Chemische Agentien.

Nach Loeb und Lewis**) verlieren unbefruchtete Seeigeleier in normalem Seewasser allmählich ihre Entwicklungsfähigkeit; nach 23 Stunden besamt, erreichen sie selten mehr das Pluteusstadium und nach 48 Stunden nicht einmal Furchung. 100 Theile Seewasser + ein Theil $\frac{n}{10}$ KCN (Cyankali) verlängert die Entwicklungsfähigkeit (durch Samenbefruchtung oder osmotische Parthenogenese, vgl. oben). Noch günstiger wirkt allmähliche Verringerung des KCN durch Verdunstung in offenen Gefässen oder Uebertragen in immer schwächere Lösungen. Pluteï wurden noch nach 112 ^{h} Verweilen in KCN, Beginn der Entwicklung noch in 168 ^{h} erzielt. Bei höherer Concentration als $\frac{n}{500}$ oder $\frac{n}{300}$ KCN werden die Eier dauernd geschädigt. Sauerstoffmangel prolongirt wenig oder gar nicht das Leben unbefruchteter Eier. Da Temperaturerniedrigung weit weniger wirksam als KCN ist, so schliessen die genannten Forscher, dass die „mortalen Processe" nicht als negative anzusehen sind, sondern durch die gleichen Mittel, wie andere „katalytische Phänomene" aufgehoben werden können.

Lithium ruft, vor der Befruchtung angewandt, keine Veränderung hervor, während es (vgl. unten) in späteren Stadien eine eigenthümliche Entwicklungsrichtung veranlasst (Herbst***)).

Chloroform. 5—15 Min. als Dämpfe einwirkend. Der dann zugesetzte Samen wird bläschenförmig; darauf erfolgt Absterben der Eier, die eine glasige Beschaffenheit zeigen.

Eier im Stadium des Absterbens reagiren bei Zusatz von Samen oftmals durch Abhebung der Eihaut; alsbald trat Dotterzerfall ein. Wird Meerwasser mit Chloroform geschüttelt, abgesetzt und abgegossen, so hebt sich augenblicklich eine Membran ab, der Dotter behält anscheinend normale Beschaffenheit und kein Samenfaden kann mehr eindringen (O. Hertwig†); 50 cm^3 Meerwasser mit 1 cm^3 Chloroform filtrirt — Herbst††)). Benzol (3 cm^3) wirkt ebenso; weniger gut zwei Theile der genannten Mischungen auf drei Theile Seewasser, oder Toluol, Xylol, Kreosot und Nelkenöl; negativ: Knochenöl.

---

*) Loeb, J., Beiträge zur Entwicklungsmechanik der aus einem Ei entstehenden Doppelbildungen. A. f. Entwm. I. 1894/95. (p. 465. IV.)

**) Loeb, J., und Lewis, W. H., On the Prolongation of Life of the Unfertilized Eggs of Sea-Urchins by Potassium Cyanide. Amer. Journ. of Physiology. vol. VI. Jan. 1. 1902. No. V. p. 305—107.

***) (298. p. 169.)

†) Hertwig, O. und R., Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einflusse äusserer Agentien. Jen. Ztschr. XX. 1887. (N. F. 13.) I. p. 120—242.

††) (296. p. 14—22.)

Chloralhydrat*). 0,2 % 10 Min. normale Befruchtung, 12 Min. geringe; $3^1/_2$ h allgemeine Polyspermie; die Eihaut wird abgehoben, zwischen den bläschenförmigen, gewachsenen Spermakernen wird der grössere Eikern sichtbar; $4^1/_2$ h grobkörnig, aber doch Abhebung der Dotterhaut, Polyspermie. 0,5 %. 5 Min. polysperm, Abhebung der Dotterhaut, keine Spur von Strahlung, noch nach 1 h Eikern unverschmolzen, Samen bläschenförmig aufgetrieben; später Strahlungen und Knospenfurchung; 2 h 10 Min. keine Abhebung; 4 h grobkörnig, wie abgestorben, jedoch 2. Tag Blastulae aus einfacher Lage hoher, flimmernder Epithelzellen; Inneres statt Gallerte Detritus?; Tags darauf Pluteï mit Kalkskelet und braunen Pigmentflecken, theilweise verkrüppelt, noch weitere drei Tage lebend.

Nicotin(extract). 5 Min. Lösung 1 : 200 bis 1 : 500 oder 10 Min. 1 : 1000 nur zum Theil normale Erscheinungen; Abhebung der Dotterhaut. Bei 1 : 100 in 5 Min. oder 1 : 500—1000 15—20 Min. Polyspermie, die weiter succesive gesteigert werden kann. 1 : 100 nach 10 Min. stets polysperm, 3—5 Samenfäden auf ein Ei, besonders breite Befruchtungshügel, 35 Min. Eihaut nicht mehr normal abgehoben, kleinere Befruchtungshügel, dichte Strahlungen, unregelmässige „Knospenfurchung“. 3 Gruppen: 1) Zwei Spermatozoen dringen in ein Ei ein und verbinden sich mit dem Eikern; Tetraster (Fol). 2) Zwei und mehr Spermatozoen dringen in ein Ei ein, aber nur ein einziges verbindet sich mit dem Eikern (selten). 3) Von zahlreichen Spermatozoen verbinden sich zwei, drei und mehr mit einem Eikern, der Rest bildet sich allein um; Maximum fünf bis zehn Spermatozoen. — An Stelle des Gallertkernes tritt bei den sich entwickelnden Blastulae oft eine trübe, mit glänzenden Körnchen erfüllte Masse; die Larven gewinnen hierdurch compacte Beschaffenheit: „Stereo-blastula“.

Cocaïn. 0,025 % 5 Min Abhebung, Polyspermie. 15 Min. nur geringe Abhebung, wo Spermatozoen eindringen; Knospenbildung. 0,05 % 5 Min. Abhebung, deutliche Strahlen, meist 5—8 Knospenstücke, nach zwei Tagen Blastulae mit reichlicher Gallertabscheidung. 0,1 % 10 Min. Abhebung, Polyspermie, deutliche Strahlen; 15 Min. keine Abhebung u. s. w., nach einer Woche Blastula mit Gallertabscheidung.

Morphium hydrochloricum hat relativ schwache Einwirkung; die Strahlungsfiguren sind herabgesetzt. Concentrirte Lösung 0,4—0,6 % (äusserste Grenze wegen Krystallabscheidung!) erst ähnlich Nicotin; 0,4 % bis zu 3 h Zweitheilungen überwiegend, nach 3 h 10 Min. etwa $^1/_3$ sofortige Viertheilungen; am folgenden Abend Blastulae, normal oder Stereoblastulae; nach 5 h nie normale Theilung; lange auf Strahlungszustand verharrend, später 4, 5 und mehr Stücke knospenförmig ab-

*) Hertwig, O. u. R., Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einflusse äusserer Agentien. Jen. Ztschr. XX. 1887. (N. F. 13.) I. p. 120—242.

geschnürt; zweiter Tag normale Blastulae Gastrulae, die anormalen vielfach Zellfetzen, zerplatzt und kleinere dadurch entstanden. Nach $4^1/_2$ h in 0,6 $^0/_0$ keine regelmässige Abhebung, aber schliesslich doch eintretend, überall Polyspermie; keine Weiterentwicklung.

Strychninlösung: Strahlungsfiguren verstärkt, Befruchtungshügel hoch hervorragend. 0,005 $^0/_0$ bis 20 Min. etwa $^1/_3$ polysperm; 0,0075 $^0/_0$ in 10—20 Min. fast alle polysperm; Pluteï. 0,01 $^0/_0$ 5 Min. keine Polyspermie, am dritten Tage nur $^1/_3$ Gastrulae, am siebenten noch keine Pluteï; Larven mit Spicula und Oesophagus, aber meist kugelig mit übermässiger Mesenchymentwicklung. 10 Min. manchmal polysperm, 20 Min. oft, erst am 17. Tage kugelige Stereoblastulae oder normale Pluteï; manchmal (10 bis 15 Min.) viele sofortige Viertheilungen und Knospenfiguren, am vierten Tage theils schwimmende Gastrulae, theils am Boden Stereoblastulae (von welchen aber auch einige schwimmen können), am siebenten Tage viele schwimmende Pluteï (einige davon mit doppelter Spitze und mit Uebermass entwickelten Stacheln); Stereoblastulae hatten gastrulirt.

0,025 $^0/_0$ 5 Min. stets Polyspermie, 0,1 $^0/_0$ 5 Min. starke Polyspermie, siebenten Tag geringe Anzahl Pluteï; 10 Min. Eihaut etwas verlangsamt abgehoben, am folgenden Tage alle Blastulae am Boden, Tags darauf $^3/_4$ leidlich normal, schwimmend. 20 Min. nur wenige Eihaut zu verlassen im Stande, dann rasch absterbend. 45 Min. keine ordentliche Abhebung. $1^1/_4$ ^{h} keine Abhebung. 0,25 $^0/_0$ 5 Min. Verlangsamung der Abhebung, keine schwimmenden Larven, lebten höchstens den zweiten Tag; 1 ^{h} keine Abhebung.

Chininum sulfuricum: 0,05 $^0/_0$ 5 Min. Abhebung, Polyspermie, Strahlungen. 10—15 Min. selten, 20 Min. keine Abhebung; absonderlichste, knollenförmige Figuren, Höcker u. s. w., am folgenden Tage wenige, ganz pathologische Blastulae. 0,005 $^0/_0$ 2 ^{h} hauptsächlich normale Zweitheilung, in $^1/_{10}$ Viertheilung, wenige Unregelmässigkeiten; am folgenden Tage normale oder pathologische Gastrulae, die manchmal aus Rissen Körnermasse austreten lassen. 1 ^{h} 15 Min. Abhebung, 6 ^{h} keine Abhebung, wenige Strahlungen (keine Zerklüftung am nächsten Tage).

(5) Complexe Factoren.

a) Einwirkung chemischer Mittel auf beide Keimproducte und „Partielle Befruchtung“.

Boveri*) beobachtete abnorme Entwicklung von Seeigeleiern, die 14 ^{h} in (nicht erneutem) Wasser gelegen hatten und mit Sperma, von dem infolge Einwirkung 0,05 $^0/_0$ Kalilauge nur ein kleiner Theil mehr beweglich war, befruchtet worden waren. Ein Theil zeigte nämlich: „Partielle Befruchtung“. Da später gerade so angestellte Versuche nur wenige oder gar

*) (95. p. 570—572.)

keine solche lieferten, so muss bei der ersten Partie noch ein unbekannter Factor im Spiele gewesen sein.

Die partielle Befruchtung verläuft folgendermassen: „Es dringt ein Spermatozoon in das Ei ein, worauf die Bildung der Dotterhaut allen übrigen den Zutritt verwehrt. Der Spermakern rückt etwas in die Tiefe, bald weiter, bald weniger weit, aber er vereinigt sich nicht mit dem Eikern. Dieser theilt sich vielmehr allein [halbe Chromosomenzahl*)] und das Ei furcht sich in der normalen Weise; der Spermakern gelangt in eine der beiden Furchungszellen. Diese theilen sich abermals, wie sonst, in einer zur ersten Theilungsebene senkrechten Richtung; es entstehen vier vollkommen regulär gebildete Blastomeren und der Spermakern findet sich jetzt in einer von diesen Zellen. In der Mehrzahl meiner Präparate tritt er jetzt in die Entwicklung ein. Er ist während der bisherigen Furchung allmählich grösser geworden und besitzt auf dem erreichten Stadium den Bau eines typischen, runden Kernes. In diesem Zustand legt er sich an den Kern der Furchungszelle an und verschmilzt mit diesem, worauf die in normaler Weise auftretende äquatoriale Furche die 4 Blastomeren in 8 zerlegt. Weiter als bis zu diesem Stadium habe ich die Entwicklung nicht mit Sicherheit verfolgen können.

In einigen Fällen sah ich die Vereinigung der Kerne erst eintreten, nachdem bereits 8 Blastomeren gebildet waren, in anderen dagegen schon im Zwei-Zellenstadium; in sehr wenigen Eiern endlich wurde der Spermakern noch in die erste Furchungsspindel aufgenommen, ohne sich vorher mit dem Eikern vereinigt zu haben.“ Die abnorme Serie enthielt oft auf Blastulastadium abgetödtet, in der einen Hälfte grössere, chromatinreichere Kerne; die erhaltenen Pluteï waren normal oder unsymmetrisch, wie sie auch bei normaler Befruchtung vorkommen.

Nachdem Boveri**) beobachtet hatte, dass kernlose Bruchstücke der Eier von *Echinus microtuberculatus*, mit Sperma von *Strongylocentrotus lividus* befruchtet (vgl. Bastardirung), sich in der Art theilten, dass die gesammte Kernsubstanz in die eine Theilzelle zu liegen kam, die sich dann in regelmässiger Weise furchte, während in der anderen zwar fortgesetzte Theilungen der Centrosomen und Attractionssphären, aber keine Zelltheilungen stattfanden, bekam Ziegler***) einen ähnlichen Fall, unabhängig von Bastardirung, zu Gesichte.

„In einem Ei von *Echinus microtuberculatus*, welches mit Sperma derselben Species befruchtet worden war, begab sich bei der ersten Theilung die gesammte Kernsubstanz der beiden Geschlechtskerne in die eine der Theilzellen. Diese Zelle furchte sich ganz regelmässig und in der anderen Zelle fanden successive Theilungen der Centren

---

*) Boveri, Th., Zellenstudien u. s. w. Jen. Zeitschr. XXIV. 1890. p. 343.

**) ———, Zur Physiologie der Kern- u. Zelltheilung. Sitzber. d. phys. medic. Gesellschaft zu Würzburg. 1897.

***) (702. Fig. 38—57.)

statt. So weit stimmt also meine Beobachtung ganz mit derjenigen von Boveri überein; aber sie weicht insofern ab, als in der chromosomenlosen Hälfte auch Theilungen des Zellkörpers vorkamen. Allerdings wurde die Zelltheilung bei der ersten Theilung der Centren nur angedeutet und blieb auch bei der zweiten Theilung unvollständig; ferner verlief die Furchung auch weiterhin unregelmässig und man hatte überhaupt den Eindruck, dass die Theilungsenergie der chromatinlosen Zellen stets bedeutend schwächer war, als sie bei den normalen Theilungen zu sein pflegt."

b) Intravitalfärbung.

Individuelle Verschiedenheiten treten im Verhalten der Eier bei Intravitalfärbung mit Methylenblau nach O. Hertwig*) auf. „Die Eier nehmen aus Lösungen von Methylenblau den Farbstoff begierig in sich auf, bis sie in stärkeren Lösungen in kurzer Zeit, in sehr verdünnten nach längerem Verweilen ein tiefblaues Colorit gewonnen haben. Zwischen Eiern, die sich in derselben Lösung befinden, prägen sich Verschiedenheiten aus, indem einzelne rascher als die anderen den Farbstoff in sich aufspeichern. Je nach dem Grade der Farbstoffspeicherung sind die Eier in ihrer Lebensthätigkeit geschwächt.

Während Eier, deren Dotter nur einen violetten Schimmer gewonnen hat, sich nur wenig langsamer als normale Eier bis zur Flimmerkugel entwickeln, wird bei stärkeren Graden der Färbung der Theilungsprocess entsprechend verlangsamt und bei einem hohen Grade der Farbstoffspeicherung ganz aufgehoben. Gefärbte Eier, in reines Meerwasser übertragen, halten noch längere Zeit mit einer gewissen Energie den Farbstoff fest. Auf dem Blastulastadium häuft sich der Farbstoff an der Basis der Flimmerzellen an." Die Eier, nach halbstündigem Verweilen in der Farblösung befruchtet, hoben Dotterhaut ab und zeigten mehrfache Strahlung.

c) Unreife**).

Von wesentlichem Einfluss auf die Entwicklungsfähigkeit der Eier ist der Reifezustand derselben.

Unreife Eier von *Toxopneustes* und *Echinus microtuberculatus* führen unter dem Einfluss anhängender Spermatozoen Bewegungen des Plasmas aus, ähnlich denen, wodurch reife Eier den Empfängnisshügel bilden und Richtungskörper abgeschnürt werden, jedoch ohne Kernbetheiligung (Schenk***)); ähnlich sollen sich reife Eier in den ersten Furchungsstadien, auf Glycerinagar gebettet, verhalten.

Unreife Eier von Seeigeln (*Psammechinus microtuberculatus*) senden

*) Hertwig, O., 1890. p. 300.
**) vgl. auch Polyspermie!
***) (598.)

nach der Befruchtung allseitig oder an der dem Kerne opponirten Stelle hernienartige pseudopode Fortsätze aus, die in manchen Fällen wieder zurückgezogen oder ganz abgeschnürt werden (Prowazek*)). Kernlose Bruchstücke von unreifen Eiern sind nicht im Stande, sich zu furchen (Delâge**)), obzwar sie nach Eindringen von Spermatozoen die bekannten Strahlungsfiguren zeigen (Prowazek*)). In Salzlösungen findet in unreifen Eiern keine Ansammlung von Archoplasma statt (Morgan***)). Unvollkommen reife Eier zeigen Polyspermie und keine Umbildung der Spermatozoenkerne (O. und R. Hertwig†).

Wird ein Ei, im Begriff den ersten Richtungskörper zu bilden, besamt und $^1/_4$ ^{h} darauf mit Chloral behandelt, so tritt nach Stunden keine Veränderung ein; nach Bildung des ersten Richtungskörpers ebenso behandelte Eier bilden die Kerne ohne Vereinigung etwas weiter um (Verhinderung durch Chloral†)).

Vernon††) führt die von ihm gemachte Beobachtung, dass Larven aus künstlicher Befruchtung Mitte August um 20 %, Juni und Juli um geringeren Betrag kleiner als solche im April, Mai und October sind, auf die verhältnissmässige Unreife von Eiern und Sperma zurück (*Strongylocentrotus lividus*).

(„Ephebogenesis“†††)).

Rawitz§) brachte unreife Eier von *Holoturia tubulosa* mit unreifem, durch ein chemisches Mittel (150 cm³ 4,7 % $MgCl_2$ + 45 cm³ 2,1 % Borax + 5 cm³ 0,1 % Calciumphosphat) künstlich zur Reife gebrachtem Samen derselben Art zusammen (2 ^{h} in 30 cm³ der vorgenannten Lösung + 60 cm³ Seewasser; dann in 500 cm³ Seewasser + 50 cm³ der Lösung übertragen) und beobachtete nach 24 ^{h}, dass 1) ein Theil der Eier unverändert, 2) wenige schollig zerfallen waren (die von Anfang an keine Eihülle besassen), 3) ein Theil Veränderungen eingegangen war. Der Kern wandert amöboid zu einem Pole, nimmt hier wieder runde Form an, das Ei streckt sich in der Kapsel, wird bisquitförmig, spitzt sich an dem Kernpole zu, die Eikapsel birst und das Ei tritt activ heraus, worauf es Kugelform annimmt; dann wird der ganze unreife Eikern ausgestossen, während das Ei höckeriges Aussehen hat; der Kern bleibt noch einige Zeit neben dem wieder prallen, runden und durchsichtig gebliebenen Ei liegen und geht dann zu Grunde; nun tritt im Ei Furchung bis zur

*) Prowazek, S., Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. 28. V. 1900. No. 616. XXIII. p. 305—309.

**) Delâge, Y., Études sur la Mérogonie. Arch. zool. exp. (3) VII. p. 408—409.

***) (472. p. 359. (7.))

†) Hertwig, O. u. R., 1887. II. (3.)

††) (670. p. 625. (3.))

†††) Vgl. Boveri, Th., Merogonie (Y. Delâge) und Ephebogenesis (B. Rawitz), neue Namen für eine alte Sache. Anat. Anz. 19. 1901. p. 156.

§) Rawitz, B., Versuche über Ephebogenesis. Arch. f. Entwmech. XI. 1901. p. 207—221. Ab. VI.

Morula ein, deren Blastomeren prall, durchsichtig, vollkommen [?] kernlos erscheinen. Spermatozoen umlagern rings diese Eier, aber ihr Eindringen wurde nie mit Sicherheit festgestellt, und nus in der radiär gestreiften Eikapsel wurden solche bemerkt. Später fand Rawitz*) gelegentlich der Fortsetzung ähnlicher Versuche unter Benutzung von Seeigelsamen (vgl. Bastardirung), dass Spermatozoen eindringen und die Kernlosigkeit der Blastomeren durch rasche Abnahme der Masse der (väterlichen) Kernsubstanz vorgetäuscht wird.

Marion**) erhielt fast negative Resultate bei Kreuzungsversuchen *Sphaerechinus* ♀ × *Toxopneustes* ♂ im März und April, zu welcher Zeit die Ovulae unreif waren.

d) Ueberreife.

Fol***) bemerkte, dass Seesterneier, wenn sie $14\frac{1}{2}$ h vor Besamung in Seewasser lagen, sofort sich in vier Theile theilten; Boveri†) führt Fälle, wo die Theilungsspindel senkrecht zur karyokinetischen Ebene stand, auf Ueberreife von *Strongylocentrotus*-Eiern zurück. Vernon††) macht folgende Angaben über Befruchtungsfähigkeit: 1) Eier und Sperma von *Strongylocentrotus lividus* verschieden lange Zeit vor Besamung in Meerwasser gehalten, ergeben in den ersten 20—24 h eine Anzahl normale Blastulae, bloss etwa 1% pro Stunde abnehmend. Nach 24 h findet eine rasche, anormale Zunahme der Befruchtungen statt, so dass nach weiteren 9 h keine neuen Blastulae mehr erhalten werden (18,9% pro Stunde abnehmend). 2) Vor 27 h erhält man gleich viele Blastulae, ob ein oder beide Geschlechtsproducte abgelegen waren, wie wenn beide frisch waren; nach 27 h fällt bei beiden Geschlechtsproducten nicht frisch die Zahl der erhaltenen Blastulae rascher. 3) Larven aus nicht frischen Eiern und nicht frischem Sperma sind annähernd gleich gross, wie aus beiden Geschlechtsproducten frisch; aus frischen Eiern und nicht frischem Sperma sind sie deutlich grösser, aus nicht frischen Eiern und frischem Sperma sind sie deutlich kleiner als normale. (Die Untersuchung erfolgte nach 24 h Stehen vom Zeitpuncte der künstlichen Befruchtung und Abtödtung mit Sublimat.) Eier von *Sphaerechinus granularis* nach 24 h mit frischem Samen von *Strongylocentrotus* befruchtet ergaben 3,8—5,4% kleinere Larven als frisch befruchtete; erst nach 33 h besamte waren um 9,3% kleiner. — Gegen Ende der Brutzeit (März) können Eier von

---

*) Rawitz, B., Neue Versuche über Ephebogenesis. Arch. f. Entwm. XII. 1901. p. 454—470. Ab. X.

**) Marion, A. F., Reproductions hybrides d'Echinodermes. C. R. T. 76. 1873. I. p. 963—966.

***) Fol, H., Recherches sur la Fécondation et le Commencement de l'Hénogonie. Mém. de la Soc. de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. XXVI. 1807.

†) Boveri, Th., Ueber die Polarität des Seeigeleies. Verh. d. phys.-med. Gesellschaft, Würzburg.

††) (672. p. 350—360.)

Sphaerechinus leicht zerschüttelt werden, was sonst, im Gegensatz zu *Echinus*, bei dieser Art erst nach Besamung eintritt (Morgan*)).

Ein längeres Abliegen von Seeigeleiern (einen bis zu zwei Tagen, dann absterbend) kann die Bastardirungsfähigkeit erhöhen (O. Hertwig**); vgl. Bastardirung!). Uebereinstimmend wird dies für die Kreuzung von *Strongylocentrotus* ♀ × *Sphaerechinus* ♂ angegeben, während bei der umgekehrten Kreuzung manchmal frische Producte einen grösseren Procentsatz an entwickelten Embryonen lieferten (Vernon***), Driesch†)). Lagen *Strongylocentrotus*-Eier weniger lang als 24 ^{h} vor der Besamung, so war die Bastardirungsfähigkeit bei einem Versuche von Driesch geringer als bei frischer Befruchtung, und hält derselbe die Individualität des ♂ für einen bedeutenden Factor. (Bezüglich der Arbeit von Vernon muss betont werden, dass derselbe selbst angiebt, dass mehr ♂♂ für die normale Befruchtung als für die mit abgelegenen Eiern verwendet wurden, und da auch hervorzugehen scheint, dass nicht dasselbe Sperma für Versuch und Controlversuch benutzt wurde, so mag die Individualität der ♂♂ an dem Gegensatze zu Hertwig's Angaben schuld sein.)

---

*) (471. p. 269—270.)

**) Hertwig, O., Exper. Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. Jen. Ztschr. XIX. 1886. (N. F. 12.) p. 121—165. — Auch:
Sitzber. f. 1884. (XVIII.) p. 33. Ueber Bastardirungsversuche an Seeigeln.
Sitzber. f. 1885. (XIX.) p. 72—76. Ueber die Bedingungen der Bastardbefruchtung.

***) Vernon, H. M., Cross Fertilization among Echinoids. A. f. Entwm. IX. 1900. p. 464—478.

†) Driesch, H., Ueber rein-mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden. A. f. Entwm. VII. 1898. p. 69—71.

Tabelle der Beobachtungen über

♀	♂	
Sphaerechinus	*(Toxopneustes) lividus*	März—April fast negativ, da ovulae unreif.
(Toxopneustes) lividus	*Sphaerechinus brevispinosus*	3 h regelm. Segm., 23 h Ausschlüpfen; nach 2 T. beschleunigt s. d. Entw. u. n. Zugrundegehen e. m. monströs. Protub. Pluteus erreicht (wie norm. Par. cult.)
Asteracanthion Berylinus	*Asteracanthion pallidus*	bis zur Sternanlage, nicht Resorption der Pipennarie.
Strongylocentrotus lividus	*Sphaerechinus granularis*	vollk. u. regelm. Pluteï.
Strongylocentrotus lividus	*Psammechinus pulchellus*	stets gut entw. Pluteï.
Strongylocentrotus lividus	*Dorocidaris papillata*	(wenige Exp.) Blastul. nicht überschr.
Strongylocentrotus lividus	*Spatangus purpureus*	oft neg., doch a. Gastr. m. seicht. Invag.
Sphaerechinus (granularis)	*Strongylocentrotus lividus*	Nicht über Blastula.
Psammechinus (pulchellus)	*Strongylocentrotus lividus*	Pluteï vollk. u. normal.
Spatangus (purpureus)	*Strongylocentrotus lividus*	Gastrulae m. Dreistrahlern.
Psammechinus (pulchellus)	*Sphaerechinus (granularis)*	Gastr., wen. tiefe Invag.
Psammechinus (pulchellus)	*Dorocidaris (papillata)*	Keine Furchung.
Psammechinus (pulchellus)	*Spatangus (purpureus)*	Wenige Blastulae.
Spatangus (purpureus)	*Psammechinus (pulchellus)*	Pluteï mehrere Tage; langs. als norm. Sp. 1—2 Tage.
Sphaerechinus (granularis)	*Psammechinus (pulchellus)*	wenige Blastulae.
Echinus microtuberculatus	*Echinocardium (cordatum)*	Entwicklg. beschleunigt entsprechd. d. norm. Entw. d. Eier d. Echinocard.
Sphaerechinus granularis	*Echinocardium (cordatum)*	Entwicklg. beschleunigt entsprechd. d. norm. Entw. d. Eier d. Echinocard.
Arbacia pustulosa	*Echinocardium (cordatum)*	Entwicklg. beschleunigt entsprechd. d. norm. Entw. d. Eier d. Echinocard.
Echinocardium (cordatum)	*Sphaerechinus (granularis)*	retardirt (entspr. Eier v. *Sph.*).
	[Controlversuche mit gleichn. ♂ ausnahmslos wirksam.]	I. Kreuzung mit unverändertem Material:
Echinus microtuberculatus	*Strongylocentrotus lividus*	wie bei gleichem Sperma.
Strongylocentrotus lividus	*Echinus microtuberculatus*	wenige Theilgn. u. noch wen. Fälle Abheb. d. Eihaut.
Sphaerechinus granularis	*Strongylocentrotus lividus*	wen. F. d. Abhbns., n. $1\frac{1}{2}$ h Zweith. u. norm. Morulae
Strongylocentrotus lividus	*Sphaerechinus granularis*	„
Arbacia pustulosa	*Strongylocentrotus lividus*	wen. Zweithlgn. [schwer wegen violett. Pigm. zu beobachten] 24 h Gastrulae.
Strongylocentrotus lividus	*Arbacia pustulosa*	negativ.
Arbacia pustulosa	*Sphaerechinus granularis*	$1\frac{1}{2}$ h vereinzelte Zweithlgn.
Sphaerechinus granularis	*Arbacia pustulosa*	neg. od. sehr wen. Eier geth.
		II. Kreuzung m. d. Liegen verändertem Material.



Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

58., 59., 60. u. 61. Lieferung.

Inhalt: **Experimentelle Biologie** von Dr. **Hans Przibram** in **Wien.**

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1902.



Bastarde bei den Echinodermen. I.

	Marion	1873	Reproductions hybrides d'Echinodermes. C. R. T. 76. I. p. 963—966.
Mittelform zw. Eltern. (Viell. zweifelh. Arten u. Ex. ohne reif. Keimprod. Hybr.?)	Agassiz	1874	Note sur la Fertilisation artificielle de deux esp. d'étoiles de mer. A. zool. exp. III. Notes et revue. p. XLVI.
	Köhler	1882	Sur quelques essais d'hybridation entre diverses espèces d'Echinoïdées. C. R. XCIV. p. 1203—1205.
Arme kürzer, kräftiger, Umriss etw. unregelmässig, Skelet verschieden, Gastr. ber. stärker pigmentirt.	„		
	Stassano	1883	Contribuzione alla fisiologia degli spermatozoidi. Zool. Anz. VI. p. 393.
—?—	O. Hertwig	1886	Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung.

Tabelle der Beobachtungen über

Strongylocentrotus lividus	*Sphaerechinus granularis*	nach u. nach d. Zusatz stets frisch. Samens imm. mehr Eier gefurcht; 17 ^{h} fast alle befr., aber ohne Abhbg. der Dotterhaut.
Sphaerechinus granularis	*Strongylocentrotus lividus*	$^1/_2$ ^{h} n. Entleer. d. Eier $^1/_3$ m. Abhbg., $2^1/_2$ ^{h} $^1/_2$ od. mehr Abhbg., $4^1/_2$ ^{h} fast alle befr., nur wenig abgehoben. 24^h fast alle entw. [Monstra und Polyspermie auch in Controle.]
Sphaerechinus granularis (nicht auf Höhe der Geschlechtsreife)	*Echinus microtuberculatus*	leichter als d. vor., nur frisch.
Echinus microtuberculatus (nicht auf Höhe der Geschlechtsreife)	*Sphaerechinus granularis*	sofort neg., nach wenigen Stunden einige Eier getheilt.
Seeigel und	Seesterne	nie gelungen.
	Samen *Sphaerechinus*, *Strongylocentrotus, Arbacia*	nicht unterscheidb. Form oder Grösse.
(*Asterias Forbesii*	*Asterias Forbesii*	alle Eier 1 ^{h} n. Befr. s. furchd.)
Asterias Forbesii [Auch geschüttelte Eier; dies. nicht befr., keine Entw.]	*Arbacia pustulata*	2—3 ^{h} nach Befr. Furchg., th. regelmässig, th. unregelmässig, 4—5 ^{h} gr. Anz. polysp. Eier, Blastulae u. Gastrulae langs. Furchg. (and. 8—16 Zst.) (Tod meist n. Gastr. 48 ^{h}).
Sphaerechinus	*Echinus*	Pluteï
Echinus	*Sphaerechinus*	abnorm. Furchg., Furchgs.-Höhle m. Mesenchym angefüllt, selten Pluteï
Sphaerechinus	*Strongylocentrotus*	Pluteï
Strongylocentrotus	*Sphaerechinus*	Pluteï
Seeigel	Seeigel	Nichts
Sphaerechinus	*Strongylocentrotus*	i. d. Reg. 10 % befr., 1 % 8 Tg. Pl. Mai—Juli leichter u. zw. Nov. Dec.—Jan.
Strongylocentrotus [Reifemax. Apr., Anf. Mai, Minim. Anf. Juli, Mitte Aug., 2. Max. Ende Nov., bestimmt	*Sphaerechinus*	keine Pluteï April—Juni, aber Befr. Juli—Aug. 47 % befr., 29 % 8 Tg. Pl.

Bastarde bei den Echinodermen. I.

Pluteï			
	O. Hertwig	1886	Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung.
geringe Grösse, dickere Wandg., starke Polardiff. (dickere Wandg. an einem Pol).	Morgan	1894	Experimental Studies on Echinoderm Eggs. Anat. Anz. IX. p. 150—152.
Mittelstellung (selten hint. Oralarme d. *Sph.* anr.) Fig. 8—10. Skelett manchm. reine *Echinus*. Fig. 11.	Morgan	1895/6	p. 275.
Variabel; Mittelf. ohne hint. *Sphaer.* Projectionen.	„	„	p. 276.
Meist ähnlicher *Strongylocentrotus*, aber Analarme variabel. Oft mehr Stäbe als jede Form.			
„ „	„	„	p. 277.
Neues	Ackermann	1897	Thierbastarde. A) Wirbellose. Abh. u. Bericht XXXXII. d. Ver. f. Naturkunde Cassel. p. 106.
fast reine *Sphaer.*, nur $^1/_3$ Mittelform. $^1/_6$ matern., $^5/_6$ patern. alle patern.	Vernon	1898	The Relation between the Hybrid a. Parent forms of Echinoïd Larvae. Philos. Trans. 190. B. p. 465—529. (Zsfg. 521.)

Tabelle der Beobachtungen über

n. Menge d. Sexprod. u. Grösse der Larven.]			Nov.—Dec. Regel keine Befr.
Echinus	*Strongylocentrotus*		mehr als norm. entw. und Pluteï.
Strongylocentrotus	*Echinus*		nur wenige Pluteï.
Sphaerechinus	*Echinus*		pos.
Echinus	*Sphaerechinus*		,,
* *Echinocardium*	*Strongylocentrotus*		,,
* *Echinocardium*	*Echinus*		,,
* *Echinocardium*	*Sphaerechinus*		,,
* *Echinocardium*	*Arbacia*		,,
Echinus	* *Echinocardium*		,,
Sphaerechinus	* *Echinocardium*		neg.
Arbacia	* *Echinocardium*		,,
* *Dorocidaris papillata*	*Strongylocentrotus*		pos.
Strongylocentrotus	* *Dorocidaris papillata*		,,
Echinus microtuberculatus	* *Echinus acutus*		98 % Blast., 12,8 % Pluteï
Sphaerechinus	* *Echinus acutus*		
Arbacia	* *Echinus acutus*		
Dorocidaris	* *Echinus acutus*		
Strongylocentrotus	* *Echinus acutus*		neg.
Echinocardium und *mediterraneum*	*Echinocardium cordatum*		[wenig fruchtb.] wahre Art.
Sphaerechinus Farb-	Varietäten		Unfruchtbark. zunehm.
Strongylocentrotus ,,	,,		,, nicht ,,
Arbacia	*Asterias*		
Echinus	*Asterias*		
Sphaerechinus	*Asterias*		neg.
Asterias	*Arbacia*		
Asterias	*Echinus*		
Asterias	*Sphaerechinus*		
Echinus	*Sphaerechinus*		fast 0 %.
Echinus	*Strongylocentrotus*		fast 100 %.
Sphaerechinus	*Arbacia*		negativ
Arbacia	*Sphaerechinus*		(Fast gleiche Furchungs
Echinus	*Sphaerechinus*	Furchungsgeschw. d. ♀♀	nie über kränkl. Gastrulae entwickelt.
Strongylocentrotus	*Sphaerechinus*		
Strongylocentrotus	*Arbacia*		wen. ges. Larven
Echinus	*Arbacia*		wen. Pluteï
** *Strongylocentrotus*	** *Echinus*		Pluteï (schw. gelbl. = *Str.*)
** *Echinus*	** *Strongylocentrotus*		,, (glashell = *Ech.*)
Arbacia	*Strongylocentrotus*		(keine Pluteï) rothe Farbinseln (85)
Arbacia	*Echinus*		weh. ,,
Arbacia	*Sphaerechinus*		wen. ,,
Sphaerechinus	*Strongylocentrotus*	Pl.	v. Gastrul. an Abweichg. indiv.Nat.d.Furchgsgeschw.
Sphaerechinus	*Echinus*	Pl.	Blast. vacuol. (veg.) Pol. = *Sph.* ♀

*) nur einzelne Exemplare zur Verfügung.

**) Pl. skelett. identisch 86.

Bastarde bei den Echinodermen. I.

8% grösser als normal (♀).				
13,2% kleiner als normal (♀).				
meist mütterlich, manchmal Mitteltyp.				
		Driesch	1898	Ueber rein mütterl. Char. an Bastardlarven. A. f. Entwm. VII. p. 65—102. Fig. p. 66.
		,,		
		,,		
		,,	,,	p. 72.
geschw. beider Arten)		,,	,,	,,
	pr. Mesod. zel.			
	geg. 50. = *Str.*			
	geg 50. = *Str.*			
typ. Echinushabitus	(über 50.	Driesch	,,	p. 79.
— Sk. väterl. Ankl. —	— 1 Zhlglb.)			
mütterl. starke Knickung	geg 50. = *Str.*	,,	,,	p. 80.
mütterl. schwache Knickung	55–60. = *Ech.*	,,	,,	,,
		,,	,,	,,
		,,	,,	,,
müttl. Char. (Sk. väterl. Ankl.)				
,, ,,				
(♂ Fehlen Oralstäbe, Arme ab.	gegen 40 (35)			p. 74.
2 Stäbe ♀ 86)	= *Sph.*			,,
	gegen 40 (35)			,,
Sk. mehr ♂ ab. meist m. Stbe.	= *Sph.*			

Tabelle der Beobachtungen über

Sphaerechinus granularis 24 h Liegen (umgekehrt	*Strongylocentvotus* (frisch) nicht gelungen.)	Larven nach 24 h
Sphaerechinus [einige Stunden aufbew. nicht förderlich]	*Strongylocentrotus* [wenig ausgereift, weniger ♂ verwendet und wie es scheint, nicht dies. als b. Contr., deswegen illusorisch]	var. nach der Jahreszeit Sommer [als i. Frühjahr] grössere Aehnlichkeit mit *Sphaer.* Querstgn. analer Armskel., Arme länger, Körper kürzer (aber keine rein. *Sphaer.* wie früh. erh.).
Strongylocentrotus	*Sphaerechinus*	Vermehrg. d. Aufbew. d. Eier.
Echinus acutus	*Sphaerechinus*	$^1/_3$ Blast. u. Gastr., keine Pl.
Echinus acutus	*Arbacia*	5,4% befr.
Echinus acutus	*Echinocardium cordatum*	negativ.
Dorocidaris	*Sphaerechinus*	(Juli—Aug.) negativ } Contr. 15% Gastr. keine Pluteï.
Dorocidaris	*Arbacia*	„ „
Sphaerechinus	*Dorocidaris*	„ „
Arbacia	*Dorocidaris*	„ „
Psammechinus miliaris	*Asterias rubens*	bis Blastula s. verzögerte Entw., Stillst. einer Blast. d. 2-Zellenst. etc. hfg., Segmtsphär. ohne Kerne, multiple Astrosph.
Sphaerechinus granularis	*Strongylocentrotus lividus*	Pluteï (bereits reine Pluteï sehr variabel).

II. Merogone

Sphaerechinus granularis (Neapel)	*Echinus microtuberculatus*	(kernhalt. Ei) Pluteï
Sphaerechinus granularis (Neapel)	*Echinus microtuberculatus*	(ungekerntes Ei) Pluteï
Echinus microtuberculatus	*Strongylocentrotus lividus*	(„) Furchg.
Sphaerechinus granularis (Triest)	*Echinus microtuberculatus*	(kernhalt. Ei) Furchg. 19 Tg. langsamer entw. als an n. befr. 4. Tag entspr. erst 2—3. *Sphaer.* (od. *Echin.*!) l.
Sphaerechinus granularis	„	(Zurückweisg. d. Boveri'schen
Sphaerechinus	*Echinus* }	schwer eindringend, sow. in ganze als Eifragmente selten Blast.
Echinus	*Sphaerechinus* }	
(*Arbacia*	*Arbacia*	kernhalt. Fragmente.

Bastarde bei den Echinodermen. I.

3,8—5,4% kleiner als bei frischen.	Vernon	1900	The Effect of Staleness of the Sexual Products on the Development of Echinoïds. Proc. Roy Soc. LXV. (27. VI. 1899.) p. 359.
	Vernon	1900	Cross Fertilisation among Echinoïds. A. f. Entwm. IX. p. 464—478.
	„		
	Giard	1900	Développement des Oeufs d'Echinodermes sous l'influence d'actions kinétiques anomales. C. R. Soc. Biol. Paris LII. 18. Mai. p. 442—444.
In ders. Zucht bald väterl. bald mütterl. Char., oder gemischt, nebenein. in dems. Individ., schwer zu entscheiden.	Steinbrück	1902	Ueber die Bastardbildung bei Strongylocentrotus lividus (♂) u. Sphaerechinus granularis (♀). A. f. Entwm. XIV. p. 2—48. Ab. I—III.

Bastarde.

Mittelstellung	Boveri	1889	Ein geschlechtl. erzeugter Organismus ohne mütterl. Eigenschaften. Sitzber. f. Morph. u. Phys. München V.
Mütterl. Charakt., kleinere Kerne ($^1/_2$ Chroms.— dir.?),	„	1895/6	Ueb. die Befruchtung u. Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigeleier.
Kerne nur in 1 Zelle; and. Centros. u. Astrosph., aber keine Zellthlg.	„		A. f. Entwm. II. p. 394—443. Ab. XXIV u. XXV.
		1897	Zur Physiologie d. Kern- u. Zellthlg. Phys.-med. Ges.
Nicht immer Mittelstellg., sond. auch rein väterl., od. rein mütterl. angenäherte E. (kl. Kern-Absplt. e. Kernstück.)	Seeliger	1891/5	Giebt es geschlechtl. erzeugte Org. ohne mütterl. Eigensch. A. f. Em. I. p. 203—223. Ab. VIII—IX + figs.
Behptg. d. Verschied. Neapel-Triest.)	„	1896	Bemerk. über Bastardlarven d. Seeigel. A. f. E. III. p. 477—526. Ab. XXIII—V.
	Morgan	1895/6	The Fertilis. of non-nucleated Fragments of Echinoderm Eggs. A. f. Entwm. II. p. 280 (2).
Kerne aus Fragm. kleiner als aus ganzen Eiern.	„	1894	Eperimental Studies on Echinoderm Eggs. Anat. Anz. IX.)

II. Merogone

Strongylocentrotus	*Echinus*	(kein Controlei Hybr. furch).
Echinus	*Strongylocentrotus*	Pluteï.
Echinus	*Sphaerechinus*	einmal (norm. Bast., ger. Anz. Pluteï).
Holothuria tubulosa	*Strongylocentrotus lividus* (frisch)	(unreife Eier) [60 cm³ 4,7 % $MgCl_2$ + 40 cm³ 2,1 % Borax (stärk. alk.)], 1 Th. + 2 Th. Seew. 2 h; Kern ausgestossen; kernlose Blast. nach Morula zu Grunde gehend.
Holothuria tubulosa	*Sphaerechinus granularis* (Samen nahe doppelt so gr. als *Strongylocentrotus lividus*)	Unreife Eier 60 cm³ (150 cm³ 4,7 % $MgCl_2$ + 45 cm³ 2,1 % Borax + 5 cm³ 1 % Natr. phosphat, schw. alk.) 2 h; Besamg.; nach 3 h ersetzt d. Lsg. + 9 Th. Seew. (Durchlüftg. nach 5 h v. Beg. d. Vers.) Kernausstoss.; gegenüberl. Spermatoz. Blastulae (ohne Durchlüftg. nie Morula).

4. Bastardirung.

(1) Grenzen der Fruchtbarkeit.

Neben den vorstehend behandelten Einflüssen der Reifezustände und individuellen Verschiedenheiten der Keimproducte ist vorwiegend die fernere oder nähere systematische Verwandtschaft der Eltern massgebend. Was die physiologischen Hindernisse für das Zustandekommen von Kreuzungen bei den Echiniden (und Echinodermen überhaupt) sein mögen, ist nicht bekannt. Nach Stassano*) scheinen Spermatozoen nur von Eiern der gleichen Art angezogen zu werden, wodurch im freien Zustande Kreuzbefruchtung sehr erschwert würde. Während O. Hertwig**) selbst bei stärksten Vergrösserungen die Samenfäden von *Sphaerechinus*, *Strongylocentrotus* und *Arbacia* weder der Form, noch der Grösse nach zu unterscheiden vermochte und auch an den Eihüllen keinen Unterschied und keine besondere Mikropyle bemerkte, sollen nach Rawitz***) die Samenfäden von *Sphaerechinus granularis* nahezu doppelt so gross wie von *Strongylocentrotus lividus* sein. Uebrigens besitzt wenigstens das *Strongylocentrotus*-Ei eine, freilich unnöthige Mikropyle, durch welche ein an seine äussere Oeffnung gelangen-

*) Stassano, Contribuzione alla fisiologia degli spermatozoïdi. Zool. Anz. 1883. p. 393.

**) Hertwig, O., Exp. Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. Jen. Ztschr. XIX. 1886. p. 121—165.

***) Rawitz, B., Neue Versuche über Ephebogenesis. A. f. Entwm. XII. 1901. (p. 457.)

Bastarde.

	Delâge	1899	p. 407.
	Rawitz	1901	Versuche über Ephebogenesis. A. f. Entwm. XI. p. 207—221. Ab. VI.
Abnahme d. Kerngrössen d. *Sph.* mit Furchg., sp. mit diffuser Kernsubstanz.	„	1901	Neue Versuche über Ephebogenesis. A. f. Entwm. XII. p. 454—470. Ab. X.

des Spermatozoon fast momentan bis an das Ei selbst vordringt, während die Nebenbuhler sich noch nicht sehr weit in die Gallerthülle hineingearbeitet haben (Boveri*)).

Dieser Gallertcanal wird erst durch Färbung mit Tusche, die in das Seewasser gebracht wird, sichtbar und konnte daher früheren Beobachtern entgehen. Nach Morgan**) dringt Samen von *Echinus* in *Sphaerechinus*-Eier, sowie in Fragmente derselben schwer ein.

Bei Kreuzung der Farbvarietäten fand Vernon***) keine Zunahme der Unfruchtbarkeit, wohl aber bei Farbvarietäten von *Sphaerechinus*; die zweifelhaften Arten *Echinocardium mediterraneum* und *Echinocardium cordatum* verhielten sich dem Grade der Unfruchtbarkeit nach wie wahre Arten. Verschiedene Arten von Seeigeln (und Seesternen), welche verschiedenen Gattungen angehören, lassen sich meist auch kreuzen und geben mehr oder weniger weit entwickelte Larven. Da Eizuchten über das Pluteusstadium bislang nicht aufgezogen werden können, ist nicht bekannt, ob Bastarde geschlechtsreif werden können. Agassiz†) wirft die Frage auf, ob nicht einige zweifelhafte Arten unter den Seesternen, sowie Individuen ohne reife Keimproducte als Hybride anzusprechen seien. Aber nicht nur die Gattungen einer Klasse, auch die Klassen der Echinodermen geben untereinander entwicklungsfähige Kreuzungen. Neben

*) (100. p. 145—147.)

**) (471. p. 280 (2)).

***) (671. p. 521.)

†) (1874. A. zool. exp. III. notes p. XLVI.)

negativen Versuchen (O. Hertwig*), Driesch**)) erzielte Morgan***) durch Besamung von *Asterias-Forbesii*-Eiern mit *Arbacia-pustulata*-Samen und Giard†) durch Besamung von *Psammechinus-miliaris*-Eiern mit *Asterias-rubens*-Samen Blastulae, meist unregelmässig ausgebildet, der erstere auch Gastrulae.

Ueber Befruchtung von Seewalzeneiern durch Seeigelsamen liegen die bereits erwähnten Versuche von B. Rawitz††) über „Ephebogenesis" vor (vgl. oben p. 1235).

Wurden unreife Eier von *Holothuria tubulosa* in einem Theil einer Lösung von 60 cm^3 4,7 % $MgCl_2$ + 40 cm^3 2,1 % Borax und zwei Theilen Seewasser 2^h gelassen, dann reifer Samen von *Strongylocentrotus lividus* zugesetzt und nach 3^h in 500 cm^3 Seewasser + 50 cm^3 der Lösung übertragen, so tritt der Kern aus dem von den Spermatozoen umschwärmten, mit Eikapsel versehenen Ei an dem dem Aufhängeband (des Eies innerhalb der Kapsel) gegenüberliegenden Pole aus; das Band verschwindet und innerhalb der Eikapsel tritt Furchung ein (28^h nach Beginn 2—8 Blastomeren); die anscheinend kernlosen Blastomeren gehen nach Morula zu Grunde. Später wandte Rawitz†††) den grösseren Samen von *Sphaerechinus granularis* an (als Lösung 150 cm^3 4,7 % $MgCl_2$ + 45 cm^3 2,1 % Borax + 5 cm^3 1 % Natriumphosphat, oder ohne den letzten Zusatz verwendet) und erhielt Blastulae, wenn Durchlüftung eingeleitet wurde; ohne dieselbe wurden nie Morulae beobachtet, dafür konnte aber zweimal das Eindringen des Spermatozoons beobachtet werden: gegenüber der Austrittsstelle des Kernes zeigte es sich als tiefdunkler Fleck, hellte sich auf, rückte ins Centrum und nahm bei der folgenden Furchung mit der fortschreitenden Theilung an Grösse immer mehr ab†††) (Fig. 19—24). Strahlungen wurden wahrgenommen, nach 48^h war eine Blastula mit „kernlosen" Blastomeren, d. i. ohne morphotisch differenzirte Kernsubstanz gebildet.

Endlich ist noch der Versuch Loeb's§) zu erwähnen, den Wurm *Chaetopterus* ♀ mit dem Seeigel *Arbacia* ♂ zu kreuzen, welcher misslang.

*) O. Hertwig, Exp. Untersuchungen über Bastardbefr. Jen. Ztschr. XIX. 1886. p. 121—165.

**) (170. p. 66)

***) (466. p. 150—152.)

†) Giard, A., Développement des Oeufs d'Echinodermes sous l'influence d'actions kinétiques anomales. C. R. Soc. Biol. Paris. LII. 18. V. p. 442—444.

††) Rawitz, B., Versuche über Ephebogenesis. Arch. f. Entwm. XI. 1901. p. 207—221. tb. VI.

†††) ——, Neue Versuche über Ephebogenesis. Arch. f. Entwm. XII. 1901. p. 454—470. tb. X.

§) Loeb, J., Experiments on Artificial Parthenogenesis in Annelids u. s. w. Amer. Journ. of Physiol. vol. IV. 1. Jan. 1901. No. IX. (p. 449. VII.)

(2) Mütterliche und väterliche Charaktere der Bastarde. Entwicklungsgeschwindigkeit.

Stassano*) fand, das bei seinen Kreuzungsversuchen mit *Echinocardium* (vgl. die Tabelle) die Geschwindigkeit der Furchung der väterlichen Art folgen, d. h. der Geschwindigkeit der Eier jener Art, der der Samen entnommen war, entsprechen sollte. Driesch**), der allerdings mit *Echinocardium* nicht experimentirte, bezweifelt die Ergebnisse Stassano's, weil die normalen Entwicklungsgeschwindigkeiten von demselben unrichtig angegeben seien; bei den von Driesch untersuchten Kreuzungen (*Sphaerechinus*, *Echinus*, *Arbacia*, *Strongylocentrotus*) war umgekehrt die Geschwindigkeit des Ablaufs der Furchung diejenige, welche unter gleichen äusseren Bedingungen, wie Temperatur, Salzgehalt u. s. w., für die Species, welche die Eier lieferte, charakteristisch ist. „In Fällen, wo auch eine gesunde Folgeentwicklung erzielt wird, ist dieses Resultat ganz rein; resultiren aber krankhafte Larven (wie z. B. bei $\left(\frac{\textit{Sph.}}{\textit{E.} ♀}\right)$, so vermag es in geringer Weise getrübt zu werden, ein Umstand der es erlaubt, eben diese geringe Trübung auf Rechnung eines allgemeinen Geschädigtseins der Objecte zu setzen. Die Folgeentwicklung der Bastardlarven bis etwa zur definitiven Anordnung des primären Mesenchyms gehorcht ebenfalls der für die Furchung ausgesprochenen Geschwindigkeitsregel; im weiteren Verlaufe treten aber Abweichungen von dieser Regel im Sinne einer allgemeinen Verzögerung der Bastardculturen im Gegensatz zu reinen Culturen ein, gleichgiltig, ob das zur Befruchtung verwendete Sperma einer sich schneller oder langsamer als die eierliefernde Art entwickelnden Species angehörte."

Verlangsamung der Entwicklung constatirte ferner Seeliger***) an *Sphaerechinus* ♀ × *Echinus* ♂, Köhler†) an *Spatangus* ♀ × *Psammechinus* ♂, welche verschiedenen Ordnungen der Seeigel angehören, Morgan††) und Giard†††) bei ihren Kreuzungen zwischen Seesternen und Seeigeln, also verschiedenen Klassen der Echinodermen.

Marion§) fand bei *Toxopneustes* (*Strongylocentrotus*) ♀ × *Sphaerechinus* ♂, dass eine anfängliche Verzögerung zwei Tage nach dem Ausschlüpfen einem beschleunigten Tempo Platz machte und nach Zugrundegehen einiger, monströse Protuberanzen tragender Larven die übrigen zugleich mit der normalen Controlcultur das Pluteusstadium erreichten.

*) Stassano, Contrib. alla fisiologia degli spermatozoïdi. Zool. Anz. VI. 1883. p. 393.

**) (170. p. 72—78.)

***) (601. p. 208.)

†) (344. p. 1203—1205.)

††) (466. p. 150—152.)

†††) Giard, A., Développement des Oeufs d'Echinod. etc. C. R. Soc. Biol. Paris. LII. 18. V. 1900. p. 442—444.

§) Marion, A. F., Reproductions hybrides d'Echinodermes. C. R. T. 76. 1873. I. p. 963—966.

In Form und Farbe können die Bastarde entweder eine Mittelstellung zwischen den Eltern einnehmen (Agassiz*): Seesterne; Köhler**): *Spatangus* ♀ × *Psammechinus* ♂; Boveri***), Vernon†) u. a.), oder mehr oder weniger rein den väterlichen oder mütterlichen Habitus zeigen (Boveri***), Seeliger††), Vernon†), Driesch†††), Morgan§)), oder auch Charaktere aufweisen, die keinem der Eltern zukommen (*Sphaerechinus* × *Strongylocentrotus*-Kreuzungen haben meist mehr Pluteusskeletstäbe als jede einzelne der Stammarten — Morgan§)).

Es kann daher nicht eindeutig aus der Abwesenheit mütterlicher Charaktere auf die Abwesenheit des Kernes in gekreuzt besamten Eibruchstücken geschlossen werden. Nach Vernon†) schwankt der Charakter der Kreuzungen von *Sphaerechinus* ♀ und *Strongylocentrotus* ♂ mit der Jahreszeit, indem im Sommer (Ende Mai-Juli) rein mütterliche und eine grössere Anzahl Mittelformen als im Frühjahr vorkommen, während im November $^5/_6$, im December und Januar alle väterlichen Typus aufweisen; dies soll mit den Reifemaximumperioden des *Strongylocentrotus* (April, Anfang Mai und Ende November) zusammenhängen.

Die grosse Variabilität der Pluteï bei ein und derselben Seeigelart macht es jedoch sehr schwierig, zu entscheiden, ob und welche Charaktere bei Bastardpluteïs als väterlich oder mütterlich anzusprechen sind (Steinbrück§§)), wozu noch hinzukommt, „dass väterliche und mütterliche Erbstücke in den Larven meistens ungeordnet neben einander liegen; die eine Skelethälfte kann mehr dem Vater, die andere der Mutter ähnlich sehen" §§§).

Während die sonstigen Angaben über den Charakter von Bastardlarven der Seeigel grösstentheils auf das Pluteusskelet Bezug haben, untersuchte Driesch*†) auch die vor der Anlage eines solchen auftretenden Charaktere und fand, dass dieselben durchwegs rein mütterliche seien.

Ausser der bereits erwähnten Furchungsgeschwindigkeit folgte auch

*) Agassiz, Al., Note sur la Fertilis. artif. de deux espèces d'étoiles de mer Arch. zool. exp. 1874. T. III. notes et revue. p. XLVI.

**) (344. p. 1203—1205.)

***) (97.)

—— (99.)

†) (671.)

Vernon, H., Cross Fertilisation among Echinoïds. Arch. f. Entwm. IX. 1900. p. 464—478 7 figs.

††) (601.)

—— (603.)

†††) (170.)

§) (471.)

§§) Steinbrück, H., Ueber die Bastardbildung bei *Strongylocentrotus lividus* (♂) und *Sphaerechinus granularis* (♀). Arch. f. Entwm. XIV. 1902. p. 2—48. tb. I—III.

§§§) ——, p. 43.

*†) (170. p. 65—102.)

der Habitus der Zellen der fertigen Blastula (vacuolige Beschaffenheit, mit Ausnahme des vegetativen Poles — *Sphaerechinus*), die Färbung (farblos — *Echinus*, schwachgelblich — *Sphaerechinus*, *Strongylocentrotus*, dunkelroth, von der bilateralen Gastrula an Mesenchymelemente mit intensiv rothen, hellleuchtenden Farbstoffinseln — *Arbacia*), die Zahl der Zellen des primären Mesenchyms (55—60: *Echinus*, 25—40: *Sphaerechinus*, gegen 50: *Strongylocentrotus*) der Eiart der Mutter. Erst der Umriss des Pluteus, wo Verschiedenheiten des Skelets von Einfluss sein mögen, zeigte väterliche Charaktere bei Eiern von *Sphaerechinus* (indem die typisch bauchige Configuration reiner *Sphaerechinus*-Larven infolge des Fehlens der vorderen apicalwärts ziehenden Skeletstäbe bei den Bastarden zurücktritt — *Echinus* ♂, *Strongylocentrotus* ♂), während bei anderen Kreuzungen auch hier noch rein mütterliche Form erhalten wurde (geringe vordere Knickung — *Echinus*; stärkere vordere Knickung — *Strongylocentrotus*; ferner *Arbacia*).

Was die interessanten Kreuzungen zwischen Seesternen und Seeigeln anbelangt, so liegen über den Einfluss der einzelnen Eltern keine Angaben vor. Es wird nur angegeben (Morgan*)), dass *Asterias* ♀ × *Arbacia* ♂ von normalen Seesternembryonen durch geringere Grösse, dickere Wandung, starke Polardifferenz (dickere Zellen an einem Pol) sich unterscheiden, *Psammechinus* ♀ × *Asterias* ♂ (Giard**)) furchen sich oft unregelmässig, eine Blastomere bleibt auf dem Zweizellenstadium stehen, segmentirte Sphaeren ohne Kern treten auf u. s. w.

Auch über die bereits mehrfach besprochenen Seewalzen-Seestern-Kreuzungen liegen in dieser Richtung noch keine Beobachtungen vor.

5. Polyspermie.

Während bei normaler Befruchtung nach dem Eindringen des ersten Spermatozoons die Eihaut sich abhebt und allen weiteren den Zutritt verwehrt, können bei unreifen Eiern***) oder nach verschiedenartigen Schädigungen der Eier, durch chemische Agentien, bei Bastardirung (vgl. das.) u. a., zwei oder mehr Samenfäden in ein Ei eindringen (Di- und Polyspermie). Da jeder Samen ein Strahlungscentrum bildet, so entstehen Tri- und Tetrasteren. Bei der Furchung tritt jede Zellenkategorie doppelt auf; sofern nicht Einflüsse der Lage stören, so müssen die Mikromeren beisammen liegen können (Driesch†)). Gleich bei der ersten Furche kann sofortige Viertheilung eingetreten sein und wahrscheinlich können Pluteï mit doppelter Spitze und im Uebermass entwickelten

*) (466. p. 150.)

**) Giard, A., Développem. d. Oeufs d'Echinod. C. R. Soc. Biol. Paris. 1900. T. LII. p. 442—444

***) Iwanzoff, N., Ueber die physiolog. Bedeutung des Processes der Eireifung. Bull. d. l. Soc. Imp. des Natural. de Moscou. N. S. Bd. 11. 1897. p. 355.

†) Driesch, H., Entwicklungsmech. Studien. III—VI. Ztschr. f. wiss. Zool. 55. 1892. (V. p. 33.)

Stacheln resultiren (O. und R. Hertwig*)). Dass der Ursprung der Tri- und Tetrasteren auf Polyspermie zurückzuführen ist, dafür spricht auch die Angabe Morgan's**), dass solche bei geschüttelten Bruchstücken, die erst nach der Besamung gewonnen wurden, nicht auftraten.

Nach Prowazek***) kann Polyspermie (*Psammechinus*) zum Theil durch Zusatz von nur wenig Samen verhindert werden. (Sind mehrere Spermatozoen eingedrungen, so können sie sich stark nähern, doch wurde Verschmelzung nicht constatirt.) Durch die Menge des Spermas bei Befruchtung (*Strongylocentrotus*) wird nach Vernon†) die Körperlänge der sich entwickelnden Larven nur wenig beeinflusst.

6. Beeinflussung der befruchteten Eier bis zum Auftreten der ersten Furche.

(1) Mechanische Mittel.

a) Zerschnürung.

Nach Eindringen des Spermatozoons und Anschwellung der Dotterhaut zeigen die Eier der Seeigel eine besonders plastische Beschaffenheit, so dass mechanische Eingriffe leicht ausgeführt werden können (Morgan††)). H. E. Ziegler†††)§) zerschnürte auf diesem Stadium befindliche Eier von *Echinus microtuberculatus* so, dass der eine Theil den Spermakern, der andere Theil den weiblichen Geschlechtskern erhielt. „Derjenige Theil, welcher den Spermakern enthält, tritt in Furchung ein und entwickelt sich weiter (16-Zellenstadium); in dem anderen Theile macht der weibliche Geschlechtskern merkwürdige Umwandlungen durch, indem er sich auflöst und dann reconstituirt, ein Vorgang, der sich mehrmals wiederholt. . . Man verwendet das von mir construirte Durchströmungs-Compressorium erster Form (beschrieben im Zool. Anz. 94 §§) und Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 97 §§§), zu beziehen von Hermann Elbs, Werkstätte für Präcisionsinstrumente, Freiburg i. B.). Auf die Glasplatte des Compressoriums werden einige Baumwollfäden gelegt (gewöhnliche Watte)

*) O. u. R. Hertwig, Ueber die Befruchtungs- u. Theilungsvorgänge d. thier. Eies u. s. w. Jen. Ztschr. XX. 1887. (p. 504—508.)

**) (466. p 145.)

***) Prowazek, S., Zell- u. Kernstudien. Zool. Anz. 28. V. 1900. XXIII. p. 305 bis 309 (4)

†) (670. p. 625 (6)).

††) (471. p. 270.)
—— (469. p. 82.)

†††) (701. p. 136.)

§) (702.)

§§) Ziegler, H. E., Ein Compressorium mit Durchströmung. Zool. Anz. No. 456, 457, 464. 1894.

§§§) ——, Die beiden Formen des Durchströmungs-Compressoriums. Z. f. wiss. Mikroskopie. 14. 1897.

und die Eier von *Echinus microtuberculatus* mittels der Pipette dazugebracht; dann überträgt man einen Tropfen von spermahaltigem Wasser auf die Unterseite des an der Deckplatte befestigten Deckglases. Wenn man dann die Deckplatte herabschraubt, kommt das Sperma zu den Eiern und alsbald dringen die Spermatozoen ein. Man schraubt dann die Deckplatte so weit herab, dass der Abstand zwischen der Glasplatte und dem Deckglas nicht grösser ist als der Durchmesser der Eier, d. h. dass die Eier eben anfangen, gedrückt zu werden. Darauf öffnet man langsam den Hahn der Zuleitung; das Wasser treibt dann die Eier gegen die Fäden.

Wenn man sieht, dass eine Zelle gegen den Faden gedrückt wird oder sich schon über einen Faden gelegt hat, so muss man den Zufluss des Wassers achtsam reguliren, so dass die Zelle zwar bis auf einen feinen Verbindungsfaden durchgeschnürt wird, aber die Theilstücke nicht aus dem Gesichtsfelde weggeschwemmt werden" (Ziegler*)). Auch vollkommene Durchschnürung wurde beobachtet. Die Zahl der Chromosomen beträgt in den Derivaten der Zellen ohne Vereinigung der Geschlechtskerne (ungefähr) je 9. Kommen beide Geschlechtskerne in dieselbe Eihälfte zu liegen, so verschmelzen sie und die Furchungszellen enthalten die normale Chromosomenzahl; die kernlose Eihälfte bildet Strahlungsfiguren, kann sich aber nicht furchen und geht zu Grunde.

b) Zerschüttelung und Druckdeformation.

Werden Eier nach der Vereinigung der Geschlechtskerne geschüttelt, so können infolge Platzens der Membran Protusionen entstehen; die Kerntheilungsspindel kehrt dann einen Pol gegen dieselbe und sendet einen Theilkern in sie hinein. *Arbacia pustulata* — Morgan**).

2—10 Minuten nach der Befruchtung werden Echinodermeneier durch vorsichtiges Schütteln aus ihrer Hülle befreit (Driesch***)). Bei starkem Schütteln ziehen sich die Eier in lange Fäden aus, die in Tropfen zerreissen, von welchen manche keinen, andere nur den weiblichen Eikern enthalten; die Fragmente können wieder befruchtet werden (Morgan†)).

Die aus den Membranen befreiten Eier können auch direct mit feinen Scheeren zerschnitten werden.

Bruchstücke von $^1/_{16}$ des Eies können noch gastruliren (welche Morgan zuerst für $^1/_{40}$ hielt), von $^1/_4$ noch Pluteus bilden (welche

---

*) (702. p. 264—265.)

**) (466. p. 145.)

***) Driesch, H., Entwicklungsmechan. Studien.

†) (469. p. 82.)

Vielleicht ist hierauf auch die von Prowazek, S., Zell- u. Kernstudien, Zool. Anz., 1900, p. 305—309, beobachtete sofortige Bildung eines zweiten, reich gefältelten hyalinen Häutchens nach Sprengung der Eihaut zurückzuführen.

Boveri*) für $^1/_{20}$ hielt) (Driesch**)); vgl. weiter unten über isolirte Blastomeren!). Werden Eier in Capillaren aspirirt und dann namentlich im wurstförmig ausgezogenen Zustande zerschnitten, so kann zwar durch Druckbeeinflussung eine Verlagerung der Mikromeren bei der Furchung stattfinden, aber es gelingt nicht, den Ort der Darmbildung an den so festgelegten Eiern auf eine bestimmte Eiregion zurückzuführen, da derselbe sich durch Drehungen der Beobachtung entzieht (Driesch***)). Erst Boveri's†)††) Nachweis einer unmittelbar sichtbaren Polarität des Eies durch die Entdeckung des orangerothen Pigmentringes am Ei von *Strongylocentrotus lividus* gestattet es, jedes Stadium eines bestimmten Keimes seiner Orientirung nach auf die vorhergehenden und nachfolgenden zu beziehen. Vorläufig ermittelte der genannte Autor in experimenteller Hinsicht folgende Puncte††):

1) Streckungen und Abplattungen bewirken Deformation, nicht Zerreissung des Pigmentringes von *Strongylocentrotus*. Die schädigende Wirkung des starken Schüttelns dürfte auf Verlagerung desselben zurückzuführen sein.

2) Der Pigmentring gestattet, genau zu erkennen, in welcher Richtung ein Ei gestreckt und gepresst wird, und welchem Eitheile (oder Blastulatheile) ein gewonnenes Fragment entstammt (namentlich wenn zuerst durch Schütteln das Ei stark eingeschnürt und dann durch Erschütterung mittels der Pipette zum Zerreissen gebracht wird).

3) Die Stellung der ersten Theilungsfigur ist abhängig vom „längsten Durchmesser" (O. Hertwig) und der Eistructur; eventuell bei gestreckten und gepressten Eiern die Resultante dieser beiden Richtungen; bei kleinen Winkeln überwiegt dauernd die Eistructur, bei geschwächten (?) Eiern kann die Hertwig'sche Regel selbst senkrecht zur karyokinetischen Ebene giltig bleiben. Die Centrosomen liegen auch bei Eifragmenten (und $^1/_2$ Blastomeren) in der karyokinetischen Ebene; selbst wo diese fehlt, gegen den Ort hin, wo sie liegen sollte, verschoben (bei $^1/_4$ Blastomeren keine Bindung der Centrosomen an bestimmte Ebene, d. i. nach zweiter Furche).

4) Bei geschwächten (überreifen) Eiern kann die erste Furche das Ei in eine animale und in eine vegetative Zelle (wie normal bei den Nematoden) zerlegen; der Furchungstypus wird (ähnlich wie bei den gepressten Eiern Driesch's) verändert, indem die Mikromerenbildung unterdrückt oder abnormal ausgebildet wird, ohne dass die Entstehung normaler Larven verhindert würde.

5) Bei Streckung setzt dennoch stets die Mesenchymbildung an der

*) (99.)

**) Driesch, H., Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeimes u. s. w. Arch. f. Entwm. X. 1900. p. 361—410. 20 figs. (p. 408.)

***) (166. p. 232—233.)

†) (101).

††) (100. p. 150—162.)

vegetativen Polkappe ein und bildet sich aus der angrenzenden Region der Urdarm, welcher bei Streckung senkrecht zur Eiaxe, also in die Mitte der Längsseite, zu liegen kommt.

6) In letzterem Falle wurden zweimal doppelte Darmeinstülpungen nebeneinander bei einfachem Mesenchym und Skelet beobachtet.

7) Bei zwei gestreckten Eiern wurden zwei Mesenchymgruppen, aber nur eine Darmeinstülpung beobachtet.

8) Die Furchung nach der Besamung isolirter Eibruchstücke erfolgt, ebenso wie bei den vor der Besamung isolirten (vgl. oben), als Bruchstückfurchung (mit Ausnahme des folgenden Falles).

9) Eier, welche senkrecht zur Axe gestreckt und durchgerissen werden, ergeben nach Abkugelung Fragmente, die wie Miniatureier aussehen, und bei nur annähernd solchen Verhältnissen erfolgt Ganzfurchung.

10) Rein animale Fragmente konnten nur bis zur Blastula mit einseitiger Wandverdickung aufgezogen werden; die Differenzirung der Bruchstücklarven setzt am vegetativsten Punct ein (das primäre Mesenchym ist pigmentlos).

11) Die Spindel der ersten Theilungsfigur, welche vielleicht normalerweise stets auf dem Spermapfad annähernd senkrecht steht, könnte die Bilateralität bestimmen; jedenfalls lässt sich jedoch durch Streckung in einer zur Axe schiefen Richtung eine bilaterale Symmetrie hervorrufen, die sich bis zur Anlage des Skeletes aufs deutlichste erhält und mit der in der Darmneigung und der Stellung der Skeletanlagen sich aussprechenden bilateralen Symmetrie des Larvenkörpers zusammenfällt. (Ob sich dies aus einer präformirten Symmetrieebene, nach welcher sich die Larven leichter strecken, ergiebt, oder ob direct eine künstliche Medianebene aufgezwungen werden kann, konnte noch nicht entschieden werden.)

(2) Thermische Mittel.

a) Temperaturerniedrigung.

Seeigeleier, 5 Minuten nach der Befruchtung auf $1^1/_2$ Stunden einer Temperatur von — 2 bis — 3° C ausgesetzt, bilden grosse Befruchtungshügel, die den Spermakern bläschenförmig umgeben; derselbe bleibt jedoch an derselben Stelle; erst später vereinigt er sich mit dem Eikern und die Entwicklung ist überhaupt verzögert (O. Hertwig*)). Einviertelstündige Kälteeinwirkung auf dem Hantelstadium (d. i. während der Vorbereitung der ersten Furche) veranlasst eine Rückbildung der Protoplasmastrahlung und achromatischen Kernspindeln, welche aber bei Erwärmung rasch wiederkehren und sich normal weiter entwickeln. Bei $2^1/_2$ Stunden sind auch die Chromosomen verändert, verdickt und zusammengequollen; es findet aber später Regulation und Theilung statt; die neu auftretende Strahlung ist einfach oder doppelt, die Polkörper-

*) Hertwig, O., Experimentelle Studien am thier. Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jen. Ztschr. XXIV. 1890. (p. 285 ff.)

chen konnten nicht verfolgt werden. Aehnliches Verhalten wurde noch bei $3^3/_4$ Stunden beobachtet: trotz granulirten Aussehens erfolgte nach weiteren $1^3/_4$ Stunden in der Wärme reguläre Zweitheilung.

Vernon*) zog aus Eiern von *Strongylocentrotus lividus*, die während der Befruchtung einer Temperatur von 8° C 10 Secunden hindurch ausgesetzt worden waren, in 8 Tagen Pluteï auf, die gegen normale (17 bis 22° C) 1,7 % kleiner waren. Eine Minute bis eine Stunde der erniedrigten Temperatur ergab 4,4 % kleinere Pluteï.

b) Temperaturerhöhung.

Dieselben Resultate, wie mit 8°, wurden mit einer erhöhten Temperatur von 25° erhalten*). Driesch***) untersuchte den Einfluss von Wärme auf folgende Weise: Auf einem gewöhnlichen Objectträger ward ein 1—2 mm dicker, 10 mm weiter Glasring mit etwas Süsswasser festgelegt; zwei, höchstens drei gut befruchtete Eier wurden dann mit der Pipette auf ein Deckglas mittlerer Grösse in einen kleinen Tropfen Wasser gebracht, das Deckglas umgedreht und auf den Ring gelegt; durch leichtes Stossen gelingt es nun leicht, den im Fall zu geringer Grösse hängenden Tropfen auch mit dem Objectträger in Berührung zu bringen. Nun wurde der ausserhalb des Ringes befindliche Raum zwischen Objectträger und Deckglas mit Süsswasser ausgefüllt und das nunmehr fertige Präparat auf einem Schachteldeckel in den Paraffinofen gesetzt. Bei einer Einstellung auf 30—31° C (für 8 h) entstehen bei *Sphaerechinus*, auf 26° bei *Echinus* Mehrfachbildungen. Werden dieselben auf dem 8—16-Zellenstadium schon aus dem Ofen entfernt, so vereinigen sich die bereits getrennt liegenden Blastomeren wieder zu normalen Embryonen. Die Furchung erfolgt in der höheren Temperatur wesentlich rascher: während $1^1/_4$ Stunden nach der Befruchtung bei 19° *Sphaerechinus*-Eier erst im Beginn der Kerntheilung standen (Driesch†)), waren bei 31° zur selben Zeit bereits alle Eier zweigetheilt u. s. w. (vgl. weiter unten den analogen Einfluss auf die späteren Stadien.)

(Ueber „Complexe Factoren“ vgl. den folgenden Abschnitt.)

(3) Concentration.

a) Erniedrigung.

Verdünnung des Seewassers, in welchem sich befruchtete Seeigeleier befinden, bewirkt infolge der osmotischen Druckdifferenz eine Wasseraufnahme in das Ei, welche bei genügender Stärke zur Zerreissung der Eimembran und der Bildung von Extraovaten, sowie Doppelbildungen

*) (670. p. 625.)
**) (670.)
***) (165. p. 10—16.)
†) (165. p. 16.)

führen kann (Loeb*)). Loeb**) brachte *Arbacia*-Eier 10—20 Minuten nach der Besamung in Seewasser, das zu gleichen Theilen mit destillirtem Wasser versetzt war; solange das Ei im verdünnten Seewasser blieb, trat keine Furchung ein („Wasserstarre"), geringere Verdünnung bewirkte Verzögerung der Furchung. Wurde das Ei aus der verdünnten Lösung vor $^1/_2{}^h$ in normales Seewasser zurückgebracht, so schnürte sich das Extraovat meist ab. Eine halbe bis zwei Stunden in der verdünnten Lösung geblieben, erhält sich die durch das Extraovat entstandene Doppelkugel im Zusammenhang und wird nur, in normales Seewasser zurückgebracht, Wasser abgebend, entsprechend kleiner. Die Furchung tritt erst nach einer Stunde oder noch später ein und besteht in regelmässiger Folge von Zweitheilungen (gelegentlich simultanen Zerfall in 4 Zellen). Die erste Furchungsebene steht im Allgemeinen auf dem gemeinsamen Durchmesser beider Kugeln senkrecht. Ob die erste Furchungsebene im Ei oder im Extraovat liegt, hängt davon ab, in welcher der beiden Kugeln der Kern sich befindet. Von nun an verläuft die Furchung regelmässig. Intra- und Extraovat können entweder eine gemeinsame, oder zwei Furchungshöhlen bilden, oder das Extraovat sogar mehrere. Doppelkugeln mit einer Furchunghöhle können, wenn die Eihaut während der ersten 24 Stunden abfällt, ganz die Kugelform der Blastula wiederherstellen; andernfalls entstehen verzerrte Pluteï mit einfacher Verlagerung eines Armes***) bis zur vollendeten Verdoppelung des Skeletes†). Bilden sich zwei oder mehr Blastulae, die anfangs meist miteinander verklebt, aber sobald sie zu schwärmen beginnen, mechanisch voneinander getrennt werden, so entstehen normale, wenn auch zwerghafte Pluteï. Die Orientirung der zusammengewachsenen Embryonen kann die symmetrischer††) oder unsymmetrischer†††) Zwillinge sein. Drillingspluteï kommen auch vor§). Vierlinge wurden niemals im Pluteusstadium beobachtet, möglicherweise deshalb, „weil die Entwicklungsfähigkeit um so früher ihr Ende erreicht, je kleiner der Bruchtheil des Eies ist§§)."

Rawitz§§§) erhielt an Eiern von *Strongylocentrotus lividus*, die zehn Minuten nach der Besamung in eine mit dem gleichen Volumen destil-

*) Loeb, J., Ueber eine einfache Methode zwei oder mehr zusammengewachsene Embryonen aus einem Ei hervorzubringen. Pflüger's Archiv. Bd. 55.

——, Biological Lectures delivered at Woods Holl. Ginn & Co. Boston. 1893.

——, Ueber die Grenzen der Theilbarkeit der Eisubstanz. Pflüger's Archiv. Bd. 59.

**) Loeb, J., Beiträge zur Entwicklungsmechanik der aus einem Ei entstandenen Doppelbildungen. Arch. f. Entwmech. I. 1894/95. p. 453—472. tb. XVIII—XIX und 20 figs.

***) tb. XVIII. fig. 4—5.

†) tb. XVIII. fig. 6—9.

††) tb. XVIII. fig. 10—12. XIX 13—15.

†††) tb. XIX. fig. 16—17.

§) tb. XIX. fig. 18—20.

§§) p. 465.

§§§) (568. p. 177—180.)

lirten Wassers versetzte Menge Seewasser gebracht und nach weiteren 15 Minuten wieder in normales Seewasser übergeführt wurden, nur kernlose Extraovate. In derselben Zeit, wie in Controleiern, trat Doppelstrahlung auf, und die Stellung der Spindel entschied über das weitere Schicksal. Erhielt das Extraovat durch die erste Theilung einen Kern, so wuchs dasselbe auf Kosten seiner Blastomere, die es aus der Eihaut zu ziehen strebte, aber schliesslich ging alles zu Grunde; erhielt das Extraovat keinen Kern, schnürte sich dasselbe noch vor Eintritt der Furche ab, zerfiel und der Rest des Eies (Intraovat) furchte sich in normaler Weise.

Durch Driesch*) wurden Eier von *Echinus microtuberculatus* wenige Minuten nach der Befruchtung in eine Mischung von 45 Theilen See- und 5 Theilen Flusswasser (45/5 bezeichnet) übergeführt, 5 Minuten darauf ein Theil derselben in eine Mischung 40/10, nach weiteren 5 Minuten in 35/15 und so fort bis 25/25 gebracht. Die erste sichtbare Wirkung dieser Procedur ist eine starke Erhöhung des Turgors der Zellen, eine starke Volumzunahme. In 40/10 ist sie bereits merklich, steigt in den folgenden Concentrationen und in 30/20 ist die Membran völlig vom Ei ausgefüllt; diese Mischung ist die letzte, in der weitere Lebenserscheinungen erfolgen. In 45/5 verlief die Furchung normal, bei 40/10 und 35/15 waren constante Abweichungen in den Dimensionen der Zellen, hie und da unterblieb die Plasmatheilung, so dass vielkernige Zellen entstanden; 30/20 höchstens Beginn der Zelltheilung oder, bei eingetretener Theilung, Wiedervereinigung der Zellleiber**). Mit fallender Concentration ist die Kerntheilung verlangsamt; in 35/15 deutlich gegen das normale 8-Zellenstadium um ein Stadium zurück; später können sogar Eier in 40/10 um zwei oder mehr Stadien gegen solche in normalem Seewasser zurück sein. In der Mischung 40/10 verläuft die Zwei- und Viertheilung normal; bei der Achtheilung treten 2—4 wesentlich kleinere Zellen (vorzeitige Mikromeren) auf***). Bei der Sechzehntheilung bilden diese wieder kleinste Mikromeren, während normale Mikromeren auch gebildet werden (bei 2 vorzeitigen) oder fehlen (bei 4 vorzeitigen†)). In 45/5 zurückgebracht, bildeten sich durchaus normale Plutei. Die Mischung 35/15 veranlasste bereits mehr pathologischen Habitus: Tetraederstellung††) bei Viertheilung, oftmals Platzen. Achtstadium normal oder 1—2 vorzeitige Mikromeren†††); Sechzehntheilung Halbirung der Mikromeren, selten Abschnürung kleinster Mikromeren; oft vielkernige Zellen und Ablösung von Tropfen (ähnlich der Eiwirkung von Wärme).

In 35/15 abgefurchte Eier machten oft den Eindruck, als ob Mehr-

---

*) (166. p. 226—232.)

**) fig. 8.

***) p. 227. fig. 9—11.

†) fig. 11 b.

††) fig. 12.

†††) p. 228. fig. 14a, 15.

fachbildungen den Ursprung geben würden: völlige Trennung oder tiefe Einschnürung*). In der Lösung belassen, sterben sie jedoch ab; in 42/8 übergeführt, können je 2 Pluteï aus einem Ei entstehen; bei eingeschnürten Blastulae trat in 1—2 Tagen Ausgleich ein, und die Pluteï waren nur wenig verzerrt.

Vernon fand Larven von *Strongylocentrotus* 1,6 % grösser als normal, wenn sie in concentrirterer Lösung befruchtet wurden**).

b) Concentrationserhöhung.

Werden befruchtete Eier von Seeigeln (*Sphaerechinus*, *Echinus* — Morgan***); *Arbacia* — Morgan†)) in Seewasser, dem 1,5 % NaCl zugesetzt worden ist, 15 Minuten nach der Besamung gebracht, so erscheinen im ganzen Ei vertheilt Ansammlungen einer tieffärbbaren, körnigen Substanz (Archoplasma††)). Dieses Archoplasma nimmt in jeder Ansammlung eine Strahlenform an, die den Astrosphären eines normalen Eies ähnlich ist.

Die Sterne wandern allmählich dem Mittelpuncte des Eies entgegen, verschmelzen dort und bilden grössere Strahlensysteme oder Sonnen†††). Hernach lösen sich diese Sonnen wieder auf und bilden neue, secundäre Sterne§), welche den eigentlichen Sternen des sich furchenden Eies noch mehr ähnlich sehen. Deutlich ausgezeichnete Strahlen gehen von einem Centrum aus und durch das umgebende Cytoplasma. Ein dunkler Centralkörper (Centrosoma) ist in den meisten secundären Stellen vorhanden, umgeben von einem klaren Hofe. Solange das Ei in der Salzlösung bleibt, soll sich der Furchungskern nicht theilen; werden jedoch die Eier wieder in gewöhnliches Seewasser gebracht, so verschwinden die künstlich hervorgebrachten Sterne allmählich aus dem Ei; dann kann der Kern sich theilen und das Ei sich ungleich furchen§§).

Auch in höheren Concentrationen sind die „artificiellen Astrosphären" vorhanden, die gewissermassen zur Verankerung der Chromosomen dienen, ohne das Plasma zu theilen†). Ueber den Einfluss von erhöhter Concentration auf die Furchung selbst („Kerntheilung ohne Zelltheilung" u. s. w.) lässt sich als Resultat einiger nicht genau übereinstimmender Angaben, welche auf eine starke individuelle Verschiedenheit schliessen lassen, folgendes zusammenfassen:

Geringe Erhöhung der Concentration des Seewassers wenige Minuten nach der Besamung der Seeigeleier (Hinzufügen von 1—$1^1/_2$ % NaCl) ver-

*) fig. 16a.
**) (670. p. 625. 4.)
***) (472. p. 339—360. tb. XIX.)
†) (473.)
††) fig. 1—3.
†††) fig. 7—10.
§) fig. 12—16.
§§) fig. 19.

zögert bloss die Furchung (Loeb*)), während stärkere dieselbe verhindert (2—2,4 % NaCl — Loeb*); 2 % NaCl — Morgan**); 2—3 % $MgCl_2$ — Norman***)). Werden die Eier länger als 2 Stunden in der Lösung belassen und dann in normales Seewasser zurückversetzt, so zerfallen sie sofort unter „Knospenfurchung“ in eine Anzahl Blastomeren und es zeigt sich, dass die Kerntheilung bereits in der Lösung eingetreten war und nur die Plasmatheilung unterdrückt wurde (Präparate von Conklin — Loeb*); Norman***)). Bei kürzerem als zweistündigem Verweilen in der concentrirteren Lösung findet in derselben keine (oder nur geringe) Kerntheilung statt und nach Rückversetzung in normales Seewasser eine beschleunigte und unregelmässige Theilung der Kerne und des Protoplasmas zugleich (Morgan**), Norman***)). Dasselbe tritt bei noch höherer Concentration oder Verunreinigung des Salzzusatzes ein (Loeb†)).

(4) Chemische Mittel.

Den Einfluss von Sauerstoffentziehung auf die Furchung von Seeigeleiern hat Loeb an *Arbacia* untersucht††).

„Bringt man frisch befruchtete Seeigeleier in eine Gaskammer und leitet man einen kräftigen Wasserstoffstrom durch, so findet stets eine, manchmal auch zwei Furchungen statt. Treibt man aber vor Beginn des eigentlichen Versuches allen zur Furchung nöthigen Sauerstoff aus den Eiern und der Gaskammer (indem man die letztere zwei Stunden lang auf Eis stellt und einen kräftigen Wasserstoffstrom durchschickt), so findet keine Furchung statt, auch wenn man 3—4 ^{h} lang wartet. Setzt man aber dann solche Eier der Luft aus, so tritt die Furchung in etwa 40—50 Min. ein. Alle Eier aber gehen zunächst in Zweizellenstadium, nur sehr wenige zerfallen in 3 oder 4 Zellen auf einmal und die Zahl der letzteren ist nicht grösser bei den Versuchseiern, als bei den normalen Eiern derselben Cultur“†††). (Polyspermie?) Die Eiskühlung war zur Vermeidung der Temperaturerhöhung bei der Wasserstofferzeugung verwendet worden. „Nichtsdestoweniger trat die erste Furchung in den meisten Fällen 3—4 Min. früher bei den in der Gaskammer befindlichen, als bei den normalen ein. Die Versuchs-, wie Controleier waren gleich-

*) Loeb, J., Investigations in Physiological Morphology. (Experiments on Cleavage.) Journal of Morphology. VII./2. 1892.

**) Morgan, Th., Experimental Studies on Echinoderm Eggs. Anat. Anz. IX. 1894. (p. 148).

——, The Action of Salt-Solutions on the unfert. a. fert. Eggs. Arch. f. Entwm. VIII. 1899. p. 448—539.

***) (512.)

†) Loeb, J., Ueber Kerntheilung ohne Zelltheilung. Arch. f. Entwm. II. 1895/6. p. 298—300 (p. 299).

††) ——, Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Sauerstoffmangels. Arch. f. Physiologie. 1896. p. 249—294.

†††) p. 273.

zeitig im selben Gefäss mit viel Sperma befruchtet worden. Mit der Sauerstoffentziehung wurde 10—15 Min. nach der Befruchtung begonnen, und etwa $^1/_2$ h später fand die Furchung und zwar meist zuerst in der Gaskammer statt. Um diese Zeit war wohl noch nicht aller Sauerstoff aus den Eiern vertrieben, es handelt sich um beginnenden Sauerstoffmangel. Derselbe bedingt also häufig eine Beschleunigung der Furchung von etwa 6—10 % der zur ersten Furchung nöthigen Zeit*)." Loeb denkt an eine Zunahme der Energieentwicklung bei Athemnoth.

Wie durch mechanische, kann auch durch chemische Mittel die Vereinigung der Geschlechtskerne nach Eindringen des Spermatozoons in das Ei hintangehalten werden (O. und R. Hertwig**))

1) Chloral 0,5 %. 1 Minute nach Besamung 10 Minuten lang angewandt. Der Kern schwillt bläschenförmig an, wie bei Eiern, die vor der Bildung der Richtungskörper befruchtet werden; die mannigfachsten Figuren, „Pseudotetraster", „Ordensstern", treten auf, die Plasmastrahlung ist anfangs nicht oder schlecht sichtbar, tritt später beim Spermatozoon sehr deutlich auf und scheint manchmal frei an dasselbe herantreten zu können. Dispermie kam (unter 60 Eiern viermal) vor. Die Eier, bei denen keine Vereinigung der ♂ und ♀ Kerne stattfand, scheinen sich dennoch furchen zu können***); sind einmal Chromatinrosetten ausgebildet, so copuliren die Kerne nicht mehr, sondern zerfallen selbst in Tochterkerne; sind benachbarte Ecken genähert, so liefern sie gemeinsamen Kern (geschlossen daraus, dass nie 4, sondern stets 3 oder nur 2 gefunden), im weiteren Verlauf höchst merkwürdige dendritische Figur, indem zwischen den einzelnen Kernen körnchenreiche protoplasmatische Stränge ausgespannt erscheinen †). — 5 Minuten nach Besamung. Als neu kommt hinzu, dass die faserigen Kernformen zu einer einheitlichen Figur zusammentreten können ††); der Spermakern bleibt in der Metamorphose hinter dem Eikern zurück; die Theilung ist unvollkommen und unregelmässig; Theilstücke ohne Kerne kommen vor (Erklärung der Körnchenmasse der „Stereoblastulae" †††)); die unverhältnissmässige Massenzunahme der Kernsubstanz ist vielleicht auf die gleiche Menge der Summe aller Furchungszellen normaler Eier, die sich zur gleichen Zeit bereits auf dem Morulastadium befänden, zu beziehen (etwa 5 h 25 Min. nach Besamung).

15 Minuten nach Besamung (15 Minuten verweilend). Wo Copulation bereits stattgefunden, kommt es meist zu einer Reconstruction des

*) p. 275.

**) O. u. R. Hertwig, Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thier. Eies u. s. w. Jen. Ztschr. XX. 1887. (p. 164.)

) *) p. 182. tb. VI. fig. 11.
†) p. 177—78. tb. VI. fig. 3, 4, 10.
††) p. 191. tb. VII. fig. 28, 29. tb. VIII. fig. 4.
†††) p. 198.

Kernes*), 4—5 h nach der Besamung Knospenfurchung mit 2 oder mehr Kernen, nirgends Spindel-, sondern bläschenförmige oder langgestreckt faserige Kerne.

Auf Hantelstadium 1 h 10 Min. nach Besamung $^1/_4$—1 h lang 5 % Chloralhydrat ausgesetzt (ähnlich Chinin vgl. unten), können sich Seeigeleier zu Blastulae entwickeln, die aber Körnchen enthalten und platzen, wodurch sehr kleine, flimmernde Kugeln entstehen; $5^1/_2$ h lang der Einwirkung ausgesetzt, werden die Eier grobkörnig und entwickeln sich nicht.

2) Aether 2,5 % bewirkt, eine Minute nach der Besamung auf Eier von *Toxopneustes* einwirkend, eine totale Unterdrückung der Asteren (Wilson**)); der Spermakern wandert langsam einwärts, wird nach 1—2 h so gross wie der Eikern, verschmilzt manchmal mit diesem; vor solcher Verschmelzung in frisches Seewasser zurückgebracht, entwickelt sich ein Spermaster, der noch vor Vereinigung mit dem weiblichen Kern das Amphiasterstadium durchmachen kann (ähnlich wie es bei der normalen Entwicklung von Asteriden, Würmern und Molluskenarten vorkommt); normale Larven können resultiren. In manchen ätherisirten Eiern verfehlt der Kern seine Theilung bei der ersten Furche und es entsteht eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte. Letztere bildet zwar weiter Asteren und Einschnürungen, kann aber keine Theilungen durchführen.

2a) 3 cm^3 Salzsäure 10 % (HCl) zu 100 cm^3 Seewasser zugesetzt, verhindert die Furchung; geringere Mengen verlangsamen die Entwicklung, $^1/_2$ cm^3 hat keinen merklichen Einfluss (Loeb***); vgl. weiter unten den beschleunigenden Einfluss von Basen).

2—5 Theile 3,7 % KCNS in 100 Theilen Seewasser verhindern die Entwicklung von *Sphaerechinus*-Eiern (nicht von *Asterias glacialis*†).

In puren Glycerin- und Zuckerlösungen tritt nach Loeb††) keine Furchung ein, in reiner $^5/_8$ n NaCl Lösung selten; NH_4-Ionen sind für Seeigeleier (im Gegensatz zum Embryo des Fisches *Fundulus*) äusserst giftig†††). [Auf die ausgedehnten Versuche Herbst's und Loeb's über den Einfluss der An- und Abwesenheit einzelner Stoffe (im Medium) auf die Furchung und Entwicklung der Seeigeleier wird im Interesse einer zusammenhängenden Darstellung und zur Vermeidung von Wieder-

*) O. u. R. Hertwig. 1887.

**) Wilson, E. B., A Study of the Phenomena of Fertilization and Cleavage in Etherized Eggs. Biol. Bull. II. No. 6. 1901. p. 343—346.

***) (384.)

†) (297. p. 489.)

††) Loeb, J., On the artificial Production of Normal Larvae u. s. w. Am. Journ. of Physiol. vol. III. Apr. 1. 1900. (p 438 ff.)

†††) ——, Ueber den Einfluss der Werthigkeit und möglicherweise der elektr. Ladung von Ionen auf ihre antitoxische Wirkung. (V. M.) Arch. f. ges. Physiol. 88. 1901. p. 75—76.

holungen erst weiter unten, gelegentlich der Behandlung des Einflusses chemischer Agentien während der Furchung u. s. w., eingegangen werden.]

3) Nicotin*). 1 : 100, 2^h nach Besamung, wo sich die Eier zu theilen begannen, kein Einfluss bei Einwirkung von 10 Minuten. $1^1/_2{}^h$ nach Besamung 45 Minuten einwirkend, höchstens geringe Verzögerung der Theilung.

4) Cocaïn, $1^1/_2{}^h$ nach Besamung 20 Minuten auf das Hantelstadium einwirkend (ähnlich Chloralhydrat), abnorme Blastulae und Gastrulae, unter Verlangsamung der Entwicklung.

5) Morphium. In 0,5 % 1^h nach Besamung für 30 Minuten, oder 0,4 % für 1^h belassen, entwickeln sich Eier normal, nur langsamer zu Pluteus; doch ist die Gallertausscheidung gering, so dass die Pluteï der letzten Partie wie geschrumpft aussahen.

(Ueber Morphiumwirkung bei Viertheilungsbeginn vgl. unten.)

6) Strychnin, 0,01 %, 1^h nach Besamung 10 Minuten einwirkend. 3^h nach der Besamung alle Eier zweigetheilt; am 3. Tag das Kalkskelet angelegt, aber Pluteus noch nicht erreicht.

7) Chinin, 0,05 %, 1 Minute nach Besamung 10 Minuten einwirkend. Während 1^h keine Strahlung, der Spermakern zu Bläschen ohne Copulation umgebildet; dann scheint Vereinigung einzutreten; nach 2^h normales Hantelstadium; die Entwicklung nur durch ungleiche Grösse der Theilstücke unregelmässig. — 1^h 5 Min. nach Besamung, im Vorbereitungsstadium zur Theilung, bewirkt Chininum sulfuricum (0,05 % 10 Minuten), dass in den Raum zwischen Dotter und Eihaut der röthlichgelbe Farbstoff austritt; bereits vorhandene Strahlungen werden rückgebildet, um später in anderer Weise wieder aufzutreten; Knospenfurchung. Bei längerer Einwirkung entsprechend insensivere Störung und langsamere Erholung. Eier, bei welchen schon der Amphiaster vollständig ausgebildet ist (also knapp vor Theilung), 5 Minuten der Lösung ausgesetzt, theilen sich selten gleich weiter; meist tritt derselbe Verlauf, wie soeben geschildert, ein.

---

*) O. u. R. Hertwig. 1887.

D. Entwicklungsphysiologie der Differenzirung.

I. Embryonen während und nach der Furchung.

1. Einfluss chemischer Agentien.

(1) Sauerstoff und (2) Wasserstoff.

Befinden sich Eier von *Arbacia*, nachdem aller Sauerstoff ausgetrieben ist (vgl. den entsprechenden Abschnitt betr. die Einwirkung vor der Furchung), im Zwei- oder Vierzellenstadium, so verschwinden die Zellgrenzen in etwa 3 h (Loeb*)); „zunächst nehmen die Zellen unter dem Einfluss des O-Mangels Wasser auf, ihr Volumen nimmt zu und der Binnenraum der Membran wird alsbald von dem Protoplasma der Furchungskugeln lückenlos ausgefüllt. Dann verschwinden die Zellgrenzen und das Ei sieht so aus, als ob es ungefurcht wäre. Lässt man später den Sauerstoff wieder zutreten, so furchen sich die Eier wieder — falls man nicht allzulange wartet. In vielen Fällen treten die alten Furchen wieder auf, aber durchaus nicht immer.“

Durch theilweise Entlüftung oder Oxygenation des Wassers werden Larven von *Strongylocentrotus* nicht stark in ihrem Wachsthum beeinflusst (Veron**)).

(3) Kohlensäure.

Bei Kohlensäurezusatz sind die Larven grösser als normal; selbst wenn hart an der Todesgrenze, wird das Wachsthum durch die Kohlensäure nicht ungünstig beeinflusst***).

(4) Harnsäure.

Harnsäure 1 : 70400 liess Larven 12,2 % grösser als normal hervorgehen, bei 1 : 60000 waren sie 3,0 % grösser als normal; erst bei 1 : 28000 2,1 % kleiner als normal†).

*) Loeb, J., Untersuchungen über die physiolog. Wirkungen des Sauerstoffmangels. Arch. f. Physiol. 36. 1896. (p. 273—74.)

**) (670. p. 625: 9].)

***) 8].

†) 7]

Larven in Wasser, in dem sich früher bereits andere entwickelt hatten, waren 7,0 % kleiner als normal*).

(5) [Katalytische Gifte.] Aether.

Toxopneustes, nach der 1. Theilungsfigur in 2,5 % Aether gebracht (Wilson**)): die Astren schwinden; Kerntheilung ohne Cytoplasmatheilung; bei Verdunsten des Aethers können Strahlen wiedererscheinen; Syncytium; bei 4—32. Kernstadium können bei Rückversetzung in frisches Seewasser normale Blastulae entstehen (Arthropoden, Cölenteraten und *Renilla* ähnliche Furchungen).

(6) [Salzbildende Gifte.] Anorganische Säuren, Basen und Salze.

Wird zu 100 cm^3 Seewasser 1 cm^3 10 % HCl (Salzsäure) hinzugefügt, so bleiben *Arbacia*-Larven (Loeb***)) ungefähr ebensoviel hinter normalen zurück, als sie in alkalischen Lösungen vorauseilen; ebenso wie mit 2 cm^3 entwickeln sie sich zu normalen Blastulae (bei 3 cm^3 trat keine Furchung ein). „Durch Zusatz von $1^1/_2$—2 cm^3 einer $^n/_{10}$ NaHO-Lösung zu 100 cm^3 Seewasser wird die embryonale Entwicklung und das Wachsthum von *Arbacia*-Larven (während der ersten Entwicklungsstadien) erheblich beschleunigt. Da diese Beschleunigung anfangs — in den ersten Furchungsstadien — kaum nachweisbar ist, dann aber um so deutlicher wird, je länger die Entwicklung im Gange ist, so gewinnt man den Eindruck, als ob die Hydroxylionen des Alkalis eine langsame, aber stetige Zunahme in der Geschwindigkeit der Entwicklung bedingen. Nach drei oder mehr Tagen lässt sich nicht mehr entscheiden, ob dieser Unterschied noch fortbesteht; ein Theil der Pluteï hört alsdann auf zu wachsen und geht zu Grunde, so dass ein Umstand hinzukommt, der die Vergleichbarkeit erschwert. Ich vermuthe aber, dass bei diesen Versuchen das Alkali, zum Theil wenigstens, aufgebraucht, resp. durch gebildete Säuren neutralisirt wird.“ (Loeb***); mehr Natronlauge vermehrt nur den Niederschlag.) Herbst†) erreichte ein Optimum der Alkalinität bei Zusatz von drei Tropfen von $^1/_2$ % KOH zu 20 cm^3 phosphorfreier Salzlösung (vgl. unten P).

Die Einwirkung von Salzlösungen auf Seeigeleier ist in ausführlicher Weise von Herbst untersucht worden.

Herbt ersetzte zunächst††) 5—12 % des Meerwassers durch Salzlösungen in Wasserleitungswasser (dieses wurde an Stelle von destil-

*) 7].

**) Wilson, E. B., A Study of the Phenomena of Fertilization and Cleavage in Etherized Eggs. Biol. Bull. 1901. II. No. 6 (p. 343).

***) (384. p. 638.)

†) (301. p. 486—510.)

††) (297.)

lirtem Wasser infolge des nothwendigen Kalkgehaltes verwendet), welche denselben Salzgehalt (3,8 %) wie Meerwasser besassen. Er erhielt bei *Sphaerechinus granularis*, *Echinus microtuberculatus* und *Strongylocentrotus lividus* ungefähr gleiche Resultate, und zwar zwei verschiedene Larventypen, je nachdem Lithiumverbindungen („Lithiumlarven") oder Lösungen von Kalium-, Natriumverbindungen, $MgSO_4$ (Magnesiumsulfat), Rubidium- und Cäsiumchlorid („Kaliumlarven") zur Einwirkung gelangten. (Später wurden „Lithiumlarven" von Herbst auch ohne Anwesenheit von Li-Verbindungen erhalten, daher keine specifisch chemische Wirkung des Lithiums wahrscheinlich, vgl. weiter unten Magnesiumfreie Mischung u. a.).

I. Die „Kaliumlarven" entwickeln sich zunächst normal wie in den Controlversuchen; die Bildung der Kalknadeln wird sodann bedeutend verzögert; das Kalkgerüst wird zwar angelegt, aber in abnormer Weise und nie weit ausgebildet; der Darmcanal zwar in normaler Weise gebildet, so dass die innere Organisation solcher Larven vollkommen der eines normalen Pluteus entspricht, aber die Bildung der für den Pluteus so charakteristischen Fortsätze unterbleibt, wodurch die Gestalt im Gegensatze zur normalerweise schlank und eckigen rund und gedrungen erscheint. Diese Angaben beziehen sich auf die Ersetzung von 7 % Seewasser durch 3,7 % KCl-(Kaliumchlorid-)Lösung; bei Ersetzung von 10 % wurde nur das Blastulastadium erreicht.

II. Die „Lithiumlarven" bestehen aus einer dickwandigen Blase (ausgestülpter Urdarm), einer dünnwandigen Blase (Gastrulawand), zwischen die ein kleines Verbindungsstück eingeschoben wird (Enddarm); der dünnwandige Theil besitzt eine Wimperplatte, der normalen Wimperschnur entsprechend; unerklärt bleiben die manchmal vorkommenden seitlichen Ausstülpungen der Urdarmabschnitte*); die am Ende des Urdarmes manchmal abgeschnürten Bläschen könnten vielleicht der Vasoperitonealblase homolog sein*).

Während bei *Sphaerechinus* auch im normalen Zustande ein vacuoliges Stadium der Blastula (namentlich am Mikromerenpole) vorkommt, ist dasselbe bei *Echinus microtuberculatus* nur bei sehr energischer Li-Wirkung vorhanden**).

Sphaerechinus schnürt die beiden Blasen vollständig ab, wogegen sie bei *Echinus* bisweilen in Communication bleiben; das Verbindungsstück entsteht bei *Echinus* nicht durch Auswachsen der an den dickwandigen Abschnitt angrenzenden Zellen des Gastrulawandabschnittes, sondern durch Abgliederung vom Urdarmabschnitt aus. Durch die Einwirkung des Lithiums***) findet in verschiedenen Fällen eine allmähliche Zunahme des Entodermes und, Hand in Hand damit, eine successive Re-

*) (297. tb. XX. fig. 16d,f,h,—g.)
**) (298.)
***) (298. p. 141.)

duction des Ektoderms statt, bis dasselbe*) nur noch durch einen kleinen Knopf vertreten ist oder gar nicht mehr gebildet wird**).

Diese „Holentoblastulae" unterscheiden sich von den gewöhnlichen durch bedeutendere Grösse, kleinere, dichter stehende Flimmerhaare**) und (bei *Sphaerechinus*) durch das Fehlen der Vacuolen; ferner besitzen Holentoblastulae mehr Zellen, als gewöhnliche (was allerdings, da Zellgrenzen nicht wahrnehmbar waren, nur aus den dicht liegenden Kernen geschlossen wurde***)).

Von den krankhaften Stereoblastulae unterscheiden sich die Holentoblastulae durch ihre Durchsichtigkeit und Grösse. Der unmittelbare Anstoss zu allen Lithiumformen ist nach Herbst die Vergrösserung der Wachsthumszone, welche normalerweise zur Bildung des Urdarmes führt.

Bei 14—15° C müssen Larven circa 36 Stunden in 97,5 Theilen Seewasser + 2,5 Theilen LiCl verbleiben†), um typische Lithiumlarven zu liefern, wenn sie hernach in Seewasser zurückversetzt werden (*Spaerechinus granularis*); an einzelnen Larven erhält man morphologische Veränderungen, wenn sie in der Lithiumlösung zu Blastulis sich entwickelt hatten, die eben daran waren, der Dottermembran zu entschlüpfen; Li-Larven 36½ bis 43ʰ in der Li-Lösung gelassen, nähern sich immer mehr den immer darin gelassenen; auch bei höherem Li-Gehalt (3 Theile 3,7% LiCl) ist Einwirkung vor dem Blastulastadium nicht wahrzunehmen: darnach nimmt die Neigung mit steigendem Procentgehalte bei gleicher Verweilungsdauer zu. Bei kurzer Einwirkungsdauer können die zurückversetzten Larven Kalknadeln in mehr oder weniger anomaler Weise bilden; auch im Urdarmabschnitte können solche auftreten. Der entodermale Theil theilt sich in zwei Abschnitte und der Endabschnitt wird immer grösser, je später die Larve dem Lithium entnommen wird (auch hier vielleicht Verschiebung der Wachsthumszone als Grund anzunehmen). Schliesslich tritt auch im Seewasser nachträglich manchmal das Urmundfeld nach aussen vor und gliedert sich zu kleinem, blasigem Urdarmabschnitt, der an seinem Ende eine lange Einstülpung besitzt; obzwar hier nur minimale Mengen Li (aus dem Uebertragen der Eier mittels Pipette) zurückblieben, schlugen die Larven also nachträglich eine Lithiumentwicklung ein, wie es bei solchen vorkommt, wo die Li-Einwirkung erst spät die Oberhand gewinnt. Die in reines Seewasser zurückversetzten Li-Larven erlangen ihr actives Bewegungsvermögen in grösserem oder geringerem Grade wieder.

Wurden Blastulae im Beginn der Mesenchymbildung (24ʰ alt, 2,5 Theile 3,7% LiCl in 100 Theilen Seewasser) in Seewasser zurück-

---

*) fig. 13.
**) fig. 14.
***) fig. 16a, b.
†) (298. p. 152.)

versetzt*), so fand bei deutlicher Lithiumwirkung doch ein Durchbruch des Mundes statt; Kalknadeln abenteuerlicher Gestalt traten auf*); während die Längsaxe des Darmes normalerweise stumpf geknickt erscheint, liegen sich hier Mund und After gerade gegenüber. Damit solche „Mundlarven“ entstehen, muss der Urdarm vor der Trennung der beiden primären Segmente der Lithiumlarven bis in jenen Theil der Larve hineinreichen, der zum Gastrulawandabschnitt wird, weil nur dann der Darm, nicht mit gegliedert, mit einheitlichem Lumen durch die drei Segmente sich erstreckt. Das nachträgliche Anwachsen eines rudimentären Urdarmes erfolgt höchstens durch passive Dehnung; in einem Fall wurde der secundär vorgestülpte Entodarm infolge Contraction des Urdarmabschnittes in letzteren hineingezogen und nahm $^3/_4$ Länge desselben an (auf Kosten der Wanddicke, nach Herbst daher infolge Dehnung). Die Lithiumlösungen üben ihre Wirkung nur aus**), wenn befruchtete Eier bis etwa noch zum 64-Zellenstadium in dieselben gebracht werden, bei *Echinus* oft sogar nicht mehr auf dem Achtzellenstadium; bei späteren Stadien, Blastulis, Gastrulis und Pluteïs, tritt nur Verzögerung oder Hemmung der Kalkbildung ein.

In Lithiumculturen kommen sonst oft örtliche Verschiebungen und Vermehrung der Pluteusfortsätze vor, z. B. 5—6strahlige, seesternähnliche Formen***).

Aehnlich dem LiCl verhält sich LiBr (Bromlithium). Bei *Echinus* erhielt Herbst†) (4 Theile 3,7 % in 100 Theilen Seewasser) oft eine sonst seltener vorkommende Bildung: Nach Anlegung eines Entodarms erfolgte keine typische Dreigliederung; die Kalknadelbildungszellen zogen sich nach dem Mikromerenpole und ordneten sich daselbst kranzförmig an (manchmal Ueberproduction, bisweilen einförmig rothe Larven, deren Pigmentzellen des Mesenchyms den Farbstoff haben diffundiren lassen); die genannten Larven entwickeln sich also zu Gastrulis und nehmen dann erst Lithiumtypus mit den drei Darmtheilen an; die normale Gastrulation kann so lange vor sich gehen, als die Abschnürung des Gastrulawand- und des Urdarmabschnittes noch nicht begonnen hat. Die Abschnürung der drei Blasen des Lithiumdarmabschnittes geht bei LiBr nicht so weit, als bei LiCl.

Die Wirkungsstärke nimmt überhaupt mit steigendem Molekulargewicht bei Salzen einbasiger Säuren von ein und demselben Metall ab (Herbst††)):

---

*) (299. fig. 26.)
**) (298.)
***) tb. X. fig. 35, 36.)
†) (299, p. 455.)
††) (297.)

LiCl ($42^1/_2$)	$LiNO_3$ (69)	LiBr (87)	LiJ (134)
NaCl ($58^1/_2$)	$NaNO_3$ (85)	NaBr (103)	NaJ (150)
KCl ($74^1/_2$)	KNO_3 (101)	KBr (119)	KJ (166)

Abnahme der Wirkungsstärke

Zunahme des Molekulargewichtes.

Li-Salze wirken stärker als K-, diese (mit Ausnahme von KCl?) etwas stärker als die analogen Na-Verbindungen. K_2SO_4 (174) soll eine Stellung zwischen KBr und KJ einnehmen; fraglich scheint die Einschaltung von Na_2SO_4 (142) zwischen NaBr und NaJ. Auch bei Anwendung isotoner Lösungen nimmt Lithium eine Sonderstellung ein, da eine 0,18 % LiBr-Lösung typische Lithiumlarven giebt, während die isotone 0,27 % KBr-Lösung noch normale Pluteï erreichen lässt.

Stärker schädigend, als auf Seeigel, wirken Lithiumverbindungen auf Seesterneier. Bei *Asterias glacialis* konnten mit 6 Theilen 3,7 % LiCl-Lösung in 100 Theilen Seewasser keine Lithiumlarven erreicht werden, sondern alles ging zu Grunde*). Mit 4—5 Theilen LiCl wurden Exogastrulae mit kurzem Exodarm, aber nur von pathologischem Aussehen erhalten und einzelne solche Exemplare fanden sich auch in den Controlculturen**). Durch Herabsetzung der Concentration des Seewassers konnte keine Exogastrulation erreicht werden. In 3 Culturen (6, 8 und 9 Theilen 3,7 % LiCl in 200 Theilen Mischung) wurde am Gastrulastadium ein rüsselförmiger, zweigliedriger Fortsatz beobachtet, wobei der Urdarm bis an die gegenüberliegende Wand der Gastrula reichte***). Der Fortsatz wird abgeschnürt und zerfällt (Analogie mit Wimperknopf bei Echiniden hinfällig, da kein Wimperschopf vorhanden — Herbst). Aus diesen Larven gehen aberrante Bipennarien hervor, deren präoraler Abschnitt unterdrückt ist†).

Aehnlich wirkte Mangansulfat ($MnSO_4$, 8—12 Theile 4 % in 100 Theilen), das die Culturen, in grösserer Menge verwendet (15 cm^3 4 % in 300 cm^3), auf dem Blastulastadium abtödtet. (Das freie Ende des kurzen Urdarmes während der Mesenchymbildung ist nicht dünn-, sondern dickwandig.) Bei *Sphaerechinus* ergaben 2 Theile 4 % $MnSO_4$ und 98 Theile Seewasser Larven von Pluteusorganisation, aber mit auffallend schmalem Mundfeld und ohne Spur von Kalkgerüst oder Fortsätzen. Weitere Versuche mit Mangansulfat blieben negativ††).

*) (298. p. 139.)
**) (299. p. 470—481.)
***) (fig. 36.)
†) (fig. 45, 46.)
††) (299. p. 503.)

Ebenso Borax bei Seeigeln; bei Seesternen (*Asterias glacialis* *)) bewirkte Borax ($Na_2B_4O_7$, concentrirt) entweder Absterben oder normale Entwicklung, wobei höchstens auffallend war, dass der präorale Theil den analen an Grösse übertraf; bei 6 cm^3 in 300 cm^3 starb oft ein Theil der Furchungskugeln ab und so entstanden Larven verschiedener Grösse.

(7) Organische Salze.

a) Organische Natriumverbindungen bringen meist eine allgemeine Schädigung hervor **): Natrium aceticum (*Sphaerechinus*); Natrium äthylesulfuricum (*Echinus, Sphaerechinus*), selbst 50 Theile 3,7 % in 100 Theilen noch (kränkliche) Gastrulae, hie und da Kalknadeln; 40 Theile sogar Pluteusorganisation, wenn auch infolge warziger Auswüchse und Ausbuchtungen abenteuerlichen Charakters; manchmal Exogastrulae. — Natrium formicicum (*Echinus, Sphaerechinus*), selbst in reiner 3,7 % Lösung Furchung (vielleicht Kerntheilung ohne Zelltheilung); bei 80 Theilen Blastulae; ebenso verhalten sich Eier ohne Membran; bei 50 Theilen Larven mit dreigliedrigem Darme, aber ohne Mund ***), ganz flach, aus prallen Blastulae hervorgegangen, neben normalen oder auch seitlich zusammengedrückten Pluteïs. — Natrium glycerino-boricum (*Echinus*), 10 Theile Absterben; besonders auf Mesenchymzellen wirkend, indem diese bedeutend grösser und in grösserer Anzahl als normal vorhanden und neben ihnen noch trübe, körnige Zerfallproducte (degenerirte Mesenchymzellen?) — Natrium succinicum (*Echinus*, *Sphaerechinus*) tödtete stets Larven auf dem Stadium, wo äussere Gestalt sich zur Pluteusform umzuwandeln beginnt. — Natrium butyricum (*Sphaerechinus* †)), 7—12 Theile 3,7 % in 100 Theilen, Blastulastadium erreicht und Mesenchym gebildet; 4 Theile Ansatz zu Exogastrula; höchstens 8 Tage lebend (zahlreiche Infusorien und Bacterien, sowie Niederschlag trübten das Wasser); bei Rückversetzung in Seewasser konnten Larven derselben Cultur 23 Tage leben; Darmanlage rudimentär; verlagerte, vermehrte, abnorme Kalkgebilde; Urdarmzellenplatte angelegt: die Wimperzone, wird, wenn nur sehr geringe Urdarmeinstülpung vorhanden, regelrecht, sonst meist verlagert ausgebildet; bei Rückversetzung kommen Exarchentera vor; in einer Lösung (1 Theil in 100) bekamen diejenigen Larven, welche am 5. Tag meist einen kleinen Exourdarm besassen, am 6. Tag häufig „Mundhöhlen", und zwar meist nach aussen angelegt, „Exomastodäum" ††). Am 3. oder 4. Tag aus derselben Lösung zurückversetzte Larven zeigten ebenfalls diese Erscheinung. (Individualität des *Sphaerechinus* ♀?).

b) Organische Kaliumverbindungen: Kalium malicum †††) (*Sphaer-*

*) (299. p. 470—481.)
**) (299. p. 500—503.)
***) fig. 66, a, b.
†) (299. p. 489—497.)
††) fig. 62.
†††) (299. p. 503.)

echinus) allgemeine Schädigung; Kalium rhodanatum, 2—5 Theile 3,7 % KCNS in 100 Theilen Seewasser, unterdrückt die Lebensfähigkeit von *Sphaerechinus*-Eiern*).

Bei *Asterias glacialis* bewirken 4 Theile 3,7 % KCNS Absterben am 4. Tage im Blastulastadium. 2—3 Theile lassen am darauffolgenden Morgen abgefurchte Eier, nach 24 h wimpernde Blastulae hervorgehen, die zu dieser Zeit noch nicht alle die Eihülle verlassen haben, während die Controleier bereits kurzen Urdarm besitzen; 3. Tag entweder kleiner Urdarm oder bloss Verdickung des vegetativen Poles (Controle: Mesenchym); 4. Tag: Form bei einigen kegelförmig geworden; 5. Tag: Beginn der Mesenchymbildung; 7. Tag (Controle: Bipennarien): Mesenchymbildung bei den blastulaförmigen Larven ohne Urdarm; später schwindet auch der Rest des Urdarmbildungsfeldes und die „Mesenchymblastulae", bei denen also die Darmbildung gänzlich unterdrückt worden war, hatten sogar frischeres Aussehen, als die mit Urarm, und lebten 3—4 Wochen, ohne aber zu Bipennarien sich weiter zu entwickeln; Anomalien: Flaschenkürbisform**); zapfenförmiger Auswuchs am Mikromerenpole***); Ansatz zu Exogastrula am Makromerenpole†) u. a. m.

c) Organische Lithiumverbindungen. Lithium formicicum††), 3 cm^3 3,7 % in 100 cm^3, deutliche Lithiumwirkung; 4 cm^3, Optimum der Lithiumwirkung.

Lithium benzoïcum, in letzterer Mischung deutliche Resultate.

Lithium hippuricum und valerianicum, schwächer wirkend, bei ersterem 7 Theile Vorwölbung des Urmundfeldes, bei letzterem 5 Theile nur wenig Lithiumeinwirkung, abtödtend.

Lithium lacticum, schon abtödtend bei ½ % der 3,7 % Lösung.

Lithium salicylicum (3 Theile), Lithium succinicum (3 Theile), Lithium rhodanatum (3 Theile), Lithium aceticum (2—10 % 3,7 % Lösung) bewirken Absterben, und zwar die ersteren zwei schon während der Furchung, die letzteren zwei auf dem Blastulastadium; bei schwächeren Dosen entstehen normale Pluteï.

(8) Zur Entwicklung nothwendige Elemente.

In der Fortsetzung seiner Untersuchungen über den Einfluss des veränderten chemischen Mediums stellte sich Herbst†††) die Frage, welche Elemente zur Entwicklung der Seeigellarven unbedingt im umgebenden Seewasser vorhanden sein müssten. Zu diesem Zwecke suchte er einzelne Elemente zu eliminiren. Künstliches Seewasser, anschliessend an eine

---

*) (299. p. 489.)
**) fig. 54, 55.
***) fig. 51.
†) fig. 52.
††) (299. p. 497 ff.)
†††) (300.)

Analyse Forchhammer's*), die sich auf eine zwischen Sardinien und Neapel geschöpfte Probe bezieht, wurde in folgenden Gewichtsverhältnissen zusammengesetzt (in 1000 Theilen destillirten Wassers):

Probe Forchhammer's.		Herbst's künstliches Seewasser.
30,292	NaCl	30
0,779	KCl	0,7
3,240	$MgCl_2$	5 (wegen Nässe des Salzes, statt 3)
2,638	$MgSO_4$	2,6
1,605	$CaSO_4$	1 (Grenze der Löslichkeit bei 15° Zimmert.)
0,080	Kieselsäure, phosphorsaurer Kalk, Rückstand (darin $CaCO_3$ und Fe_2O_3), der nach Abdampfen des Wassers sich nicht mehr löst.	Zu 100 cm³ Messerspitze phosphorsauren Kalk, nach 15 h abfiltrirt ($CaHPO_4$), und Messerspitze gefälltes Calciumcarbonat und ½—1½ h Durchleiten von Kohlensäure, 12 h verschlossen stehen geblieben, dann filtrirt, mit Luft geschüttelt, in flachen Glasschalen 24—48 h überdeckt mit nassem Filtrirpapier stehen gelassen.

1. Phosphor erwies sich zur Entwicklung von Seeigeleiern (*Echinus*, *Sphaerechinus*), entgegen den ersten Versuchen**), als nicht nothwendig***). (Das Phosphorcarbonat hatte nämlich nur dazu gedient, Kupferspuren aus dem Destillationsapparat unschädlich zu machen, was aber auch mit $K_4Fe(CN)_6$ durch Ausfällen des Kupfers erreicht werden kann; auch die günstige Erhöhung der Alkalinität durch $CaHPO_4$ kann die Nothwendigkeit des Phosphors vortäuschen).

2. Schwefel**) ist unentbehrlich zur normalen Entwicklung über Blastula und Gastrula hinaus; da Blastulae ohne Mesenchym (*Sphaerechinus*) sich nicht weiter entwickeln als ungefurchte Eier, scheinen keine Sulfate während der Furchung aus dem Meerwasser aufgenommen zu werden; da hingegen nach Ueberschreiten des Blastulastadiums ein höherer Grad der Ausbildung als aus befruchteten Eiern erreicht wird, scheinen nach Bildung der Blastula Sulfate aufgenommen zu werden. Bei *Echinus* zeigt bereits die Blastula mit Mesenchym etwas weitere Entwicklung, als bloss befruchtete Eier.

$MgSO_4$ entbehrlich, wenn $CaSO_4$ vorhanden (letzteres wegen Ca unentbehrlich, siehe unten!). Auch für die normale Entwicklung von *Asterias*

*) p. 651.
**) (300.)
***) (301.)

ist Schwefel unentbehrlich; es entstehen sonst höchst compacte, maulbeerförmige Keime.

3. Chlor. NaCl wurde durch Natrium formicicum, KCl und $MgCl_2$ durch Sulfate ersetzt: 3,07 % HCOONa (äquimolec. 3 % NaCl), 0,26 $MgSO_4$, 0,1 $CaSO_4$, $CaHPO_4$ (conc.) und $CaCO_3$ (CO_2 durchgeleitet); hierzu: 1) 0,12 % K_2SO + 0,4 % $MgSO_4$; 2) 0,07 % KCl + 0,32 % $MgCl_2$; 3) 0,07 % KCl + 0,4 % NaCl; 4) zu 3) Ueberschuss von 0,5 % NaCl; 5) Mischung mit 17 % Süsswasser und dann 0,07 % KCl und 0,9 % NaCl (d. i. gleicher Na- und Salzgehalt wie die drei ersten Lösungen, aber weniger Natrium formicicum.) Zunahme der Güte bei steigendem NaCl-Gehalt; $MgCl_2$ nicht im Stande, baldigen Tod aufzuhalten. Durch äquimoleculare Menge von Natriumsulfat liess sich NaCl nicht ersetzen. Chlor ist also unentbehrlich auf allen Entwicklungsstufen (über Blastula hinaus entwickelte sich keine der angegebenen Mischungen).

4. Natrium. Statt NaCl isotonisches $MgCl_2$ (ca. 3 %, Titration) mit Spuren von Calciumcarbonat und phosphat. Mischungen: 1) zu 100 Theilen dieser Lösung 0,07 g KCl, 0,1 $CaSO_4$, 0,26 $MgSO_4$; Salzgehalt ca. 3,39 %; 2) hierzu: 0,55 % NaCl; 3) ebenso, aber durch Süsswasser auf Concentration des natriumhaltigen Seewassers gebracht; 4) wie 2), aber 0,84 % NaCl; 5) ebenso, aber analog 3) behandelt.

Ohne Natrium erfolgt Furchung, aber meist abnorm, höchstens 48 Zellen. Mit Reichthum an NaCl bei unverändertem $MgCl_2$-Gehalt zunehmende Weiterentwicklung. Blastulae mit Mesenchymzellen und verdickter Urdarmplatte starben in natriumfreier Lösung, während Larven derselben Zucht, früher aus Seewasser in eine Lösung mit um 1,34 % erhöhtem Salzgehalt gebracht, trotz des zu hohen osmotischen Druckes gastrulirten und den Urmund anlegten (ähnlich verhält sich dieselbe Lösung, wenn sie durch Süsswasser auf die Concentration der ersten gebracht wird).

5. Kalium. Einfach in Wegfall: *Sphaerechinus* bringt es zur pathologischen Blastula (mit vermehrter Kerntheilung), *Echinus* stirbt früher ab. Auf späteren Stadien ist Kalium nothwendig: Gastrulae mit langem Urdarm starben sonst nach Mundbildung (*Echinus*), Pluteï degenerirten. — *Asterias* giebt bloss trübe Blastulae (während mit 0,07 % KCl Bipennarien erreicht werden).

6. Magnesium. Einfach in Wegfall oder durch 0,15 % Na_2SO_4 ersetzt (*Echinus* und *Sphaerechinus*). Normale Entwicklung erfolgt, bis Darmgliederung wenigstens angedeutet und Wimperring gebildet wird, dann kommt aber keine normale Mundeinsenkung zu Stande und das Kalkskelet bleibt rudimentär. Es ist gleichgiltig, ob nur $MgCl_2$ (0,58 %) oder nur $MgSO_4$ (0,5 %, selbst 0,26 %) zugesetzt wird, um schön ausgebildete Pluteï zu erhalten (da jedoch infolge Anwesenheit von NaCl $MgCl_2$ gebildet werden könnte, wagt Herbst nicht ohne weiteres zu entscheiden, ob die Bindungsart des Mg für den Organismus gleichgiltig ist). — Blastulae, die die Eihülle noch nicht verlassen hatten, zeigten in

Mg-freien Mischungen „Lithium“-richtung; mit dem Exourdarm beginnt Degeneration; auch Pluteï lebten länger in Mg-haltigen, als in Mg-freien Culturen.

7. Calcium. Hier sind zunächst die früheren Versuche von Pouchet und Chabry zu erwähnen*). Dieselben fanden in den Eiern aus 15 Ovarien nur Spuren von Calcium; da die Larven in künstlichem Ca-freiem Seewasser stets zu Grunde gingen, suchten die genannten Forscher das Ca in natürlichem Seewasser zu fällen. Bei Fällung mit Ammoniumoxalat wurde das 32-Zellenstadium nicht überschritten; Kaliumoxalat liess langsame Entwicklung zu, aber je mehr davon substituirt wurde, umso weniger konnte Skelet gebildet werden. Natriumoxalat gab verlangsamte Entwicklung und dann sphärische Pluteï ohne Skelet.

Bei zu starkem Na-Ersatz konnte Gastrula nicht erreicht werden, bei mittlerem entstanden rüsselförmige Aufsätze (die zwei Frontalfortsätze?).

Nach Herbst**) (vgl. auch Phosphor und Schwefel) ist Calciumcarbonat (kohlensaurer Kalk) unentbehrlich zur Erlangung der Pluteuskalknadeln (*Sphaerechinus*, *Echinus*), auch bei Anwesenheit von Calciumsulfat oder $CaCl_2$; die Blastulae haben aus $CaCO_3$-freien Mischungen zusammengefaltetes Aussehen, namentlich bei *Sphaerechinus;* sehr dünne Kalknadeln werden, hier und zwar bei $CaHPO_4$-Zusatz, erhalten (nicht bei $Ca_3P_2O_8$, wohl wegen schwerer Löslichkeit). Je später die Larven in die $CaCO_3$-freie Lösung gebracht werden, desto runder wird der Pluteus, aber nie das Kalkskelet ausgebildet; ja bei ausgebildeten Pluteïs schwindet dasselbe in denselben Lösungen, in welchen Larven des gleichen Seeigels (*Echinus*) aus Eiern, die seit Besamung in der Lösung gewesen, rudimentäre Skelete aufwiesen und dieselben auch nicht nachträglich verloren. Abnormitäten, Rüssel tellerförmige Formen wurden bei den in der Lösung gezogenen Larven beobachtet. Ueber das merkwürdige Verhalten (Auflockerung des Zellverbandes) membranloser Eier in Ca-freien Mischungen vgl. unten.)

8. Eisen. Die anfangs anscheinend erwiesene Nothwendigkeit von Eisenspuren zur Ausbildung von Pluteïs**) (bei *Echinus* und *Sphaerechinus*), betrachtet Herbst nach späteren Angaben***) als nicht sichergestellt, da bei den früheren Versuchen das Eisen zur Neutralisirung des schädlichen Tricalciumphosphates (durch Bildung von Ferrophosphat) u. a. (Cu) gedient haben mochte, bei Eliminirung des Tricalciumphosphates und anderer Fehlerquellen jedoch keine ungünstige Wirkung der eisenfreien Mischung festgestellt werden konnte.

*) (545, 546.)

Pouchet, G., et Chabry, L'eau de mer artificielle comme moyen tératogénique. Journal de l'anat. et de la phys. No. 3. p. 298.

**) (300. 8.)

***) (301.)

(8a) Vertretbarkeit der nothwendigen Stoffe.

Den vorläufigen Abschluss der Versuche Herbst's bildet die Untersuchung über die Vertretbarkeit der nothwendigen Stoffe im umgebenden Medium durch andere ähnlicher chemischer Natur*).

IA. Ersetzung von Schwefelverbindungen untereinander.

1) SO_4 durch SO_3. 20 cm^3 Mischung ohne S; mit S (= ohne S + 0,26 % $MgSO_4$) und mit 0,01—0,08 g Na_2SO_3; es ergab sich, dass anfänglich die letzteren Culturen weit selbst gegen die schwefelfreien zurückbleiben, sich aber später erholen und der zweiten nahekommen; die Erklärung liegt in der schädlichen Eigenschaft der SO_3-Ionen, welche Sauerstoff für sich in Anspruch nehmen, dann aber zu SO_4 oxydiren und somit später dieselben Bedingungen, wie bei der zweiten Lösung herstellen: SO_4-Ionen können durch SO_3-Ionen also nicht vertreten werden.

2) SO_4 durch S_2O_3 (wie 1), nur an Stelle von Na_2SO_3 0,07—0,1 g $Na_2S_2O_3$) in hohem Grade vertretbar, aber nicht vollständig (spärliches Pigment, kurze Fortsätze).

3) $NaSO_4$ durch $C_2H_5NaSO_4$. Verhalten wie in schwefelfreien Lösungen: äthylschwefelsaures Salz kann SO_4 nicht ersetzen.

IB. Ersetzung des Schwefels durch ähnliche Elemente.

1) Selen (Se). SO_4 durch SeO_4 ersetzt, tödtete vor Theilung; 18 cm^3 schwefelfreies Seewasser + 2 cm^3 SeO_4 liess noch keine wimpernde Blastula entstehen, bei 14 + 6 gerieth die Furchung gerade in Gang. SeO_4 ist also giftig und vermag SO_4 keinesfalls zu ersetzen.

2) Tellur (Te). Das Tellurat in Form von Na_2TeO_4 konnte zu einwandfreien Versuchen nicht genügend gelöst werden.

II. Ersetzung des Chlors durch ähnliche Elemente.

1) Brom (Br). Künstliches Bromwasser, äquimolecular mit Chlorwasser hergestellt:

(3 % NaCl)	5,28 % NaBr	(7,69 % NaJ vgl. 2) Jod)
(0,08 % KCl)	0,13 % KBr	(0,178 % KJ „ „)
(0,32 % $MgCl_2$)	0,62 % $MgBr_2$	(0,345 CaJ_2 „ „)
(ferner 0,26 % $MgSO_4$, 0,16 % $CaSO_4$ u. $MgCO_3$)		(0,66 $MgSO_4$ u. $MgCO_3$ „)

Da das specifische Gewicht der Bromlösung (bei 15 ° C 1,045) höher als das des Meerwassers ist, so schwimmen die Eier anfangs; doch tritt bald (bei *Sphaerechinus* bereits nach 5 Minuten) Ausgleich ein, so dass sie auf den Boden sinken. Die Eier von *Sphaerechinus* entwickelten sich nur bei günstigem Material der Larven zu Pluteusorganisation, deren einzelne Charaktere allerdings nicht ganz der Norm entsprechen, da namentlich das Kalkskelet nie vollständig und zum Theil sogar noch abnormal gebildet ist, und die Abschnitte des Darmcanales nicht derartig

*) Herbst, C., Ueber die zur Entwickelung der Seeigellarven nothwendigen anorganischen Stoffe u. s. w. II. Theil: Die Vertretbarkeit der nothwendigen Stoffe durch andere ähnlicher chemischer Natur. Arch. f. Entwm. XI. 1901. p. 617—689. tb. XXIII.

aufgebläht und blasig von einander abgesetzt sind, wie es der Norm entspricht; oft Mehrfachbildungen. Auch bei Verdünnung der Lösung oder Erhöhung der Alkalinität durch NaOH wurde kein günstigeres Resultat erzielt. Noch weniger gut wurden Pluteï von *Echinus* ausgebildet. Immerhin vermag also das Br-Ion das Cl-Ion in dürftiger Weise zu ersetzen.

2) Jod (J). Auch bei Zusatz von Weizenstärke oder (auf 20 cm^3 2—8 Tropfen $^1/_2$ %) NaOH-Lösung zur Neutralisirung des frei werdenden Jods gelangt in Jodwasser (vgl. Zusammensetzung oben 1) Brom) *Sphaerechinus* nicht zur Furchung, *Echinus* nicht über das Vierzellenstadium. Jod vermag also Chlor nicht zu ersetzen.

III. Ersetzung des Kaliums.

1) Die Unvertretbarkeit des K durch Na geht aus den oben mitgetheilten Versuchen mit K-freien Mischungen, die 3 % NaCl enthalten, hervor; ähnlich Lithium.

2) „(1) Verwendet man zur Herstellung der künstlichen Seewassermischungen RbCl oder CsCl an Stelle von KCl, so lassen sich darin auch Pluteuslarven ziehen, welche bis auf das rudimentäre Skelet normal ausgebildet sind. (2) Zur Erzielung der günstigsten Resultate darf man jedoch nicht mit 0,08 % KCl äquimolecularen Mengen der beiden Salze [0,13 RbCl, 0,18 CsCl] zusetzen, da man in solchen Lösungen namentlich aus Eiern von *Sphaerechinus* Larven erhalten würde, welche zwar besser als bei Fehlen eines jeden Salzes der Kaliumtriade, aber trotzdem noch ziemlich jämmerlich organisirt wären. (3) Dieses liegt daran, dass das Optimum der günstigen Wirkung auf die Entwicklung der Eier bei Rubidium tiefer als bei Kalium und bei Cäsium, endlich tiefer als bei allen beiden liegt, d. h. die in Procenten ausgedrückte, am günstigsten wirkende Menge repräsentirt bei Rubidium einen kleineren Bruchtheil des Moleculargewichtes, als bei Kalium und bei Cäsium einen noch kleineren, als bei den vorgenannten Metallen. (4) Die Wirkungsstärke äquimolecularer Lösungen von KCl, RbCl und CsCl nimmt demnach mit steigendem Moleculargewichte zu. (5) Auf dem Optimum der günstigsten Wirkung auf die Entwicklung wird aber bei Verwendung von Rb und Cs nie dieselbe absolute Höhe der Ausbildung wie in K-haltigen Zuchten erreicht, da das Skelet höchstens unvollständig zur Ausbildung kommt. (6) Dies kommt daher, weil die Optima für die verschiedenen Processe, aus denen sich die Entwicklung zusammensetzt, bei verschiedener Concentration liegen, so dass das Optimum für den einen Process bereits überschritten sein kann, wo es für einen anderen überhaupt noch nicht erreicht ist. Dieses gilt für die Skeletbildung einer- und die Grössenzunahme der Larven und das normale, helle Aussehen ihrer Gewebe andererseits. Für die Gerüstabscheidung ist nämlich das Optimum bereits da überschritten, wo es für die letzteren Processe noch nicht erreicht ist.“ (Herbst*).)

*) Herbst, 1901. II. p. 665.

IV. Ersetzung des Calciums.

1) Durch Magnesium (Mg) ist Calcium nicht vertretbar; auch wenn die zum Zusammenhalt der Zellen nöthige Menge Ca (3 % NaCl, 0,08 % KCl, 0,64 % $MgCl_2$ feucht, 0,26 % $MgSO_4$ + $CaHPO_4$) zugeführt wird, kann kein Skelet gebildet werden, nur verkrüppelte Larven, deren Darm selten mit der Mundeinsenkung verlöthete.

2) Strontium (Sr) ist nicht im Stande, an Stelle von Ca den Zellenverband aufrecht zu erhalten (3 % NaCl, 0,08 % KCl, 0,64 % $MgCl_2$ feucht, 0,26 % $MgSO_4$, 0,18 % $SrCl_2 6H_2O$ äquimolecular 0,13 % $CaCl_2$), und zwar bei *Echinus* noch weniger, als bei *Sphaerechinus*. Bei geringerer, zum Zusammenhalt genügender Calciummenge (zu 100 cm^3 3 % NaCl, 0,08 % KCl, 0,64 % $MgCl_2$ feucht, 0,26 % $MgSO_4$ und $CaHPO_4$, 0,6 g $SrCl_2 6H_2O$, Messerspitze $SrCO_3$ und $SrHPO_4$, mit 2^h Kohlensäuredurchströmung; 0,06 % $SrCl_2$ an Stelle 0,18 %, um Niederschlag von $SrSO_4$ zu vermeiden) bessere Ausbildung, ja in den fortsatzlosen Pluteïs kleine Skeletnadeln. Vielleicht verhindert nur die zu geringe Menge Sr-Ionen die weitere Ausbildung; ob die Skeletnadeln aus Sr oder Ca bestanden, konnte nicht direct nachgewiesen werden.

3) Baryum (Ba) war nicht im Stande in Ca-freien Mischungen die Auflockerung zu verhindern; bei genügendem Ca zum Zusammenhalt konnte kein Unterschied zwischen Culturen mit $MgCO_3$ an Stelle von $BaCO_3$ bemerkt, also Ca durch Ba auch nicht in höherem Grade als durch Mg vertreten werden. Vielleicht ist Ba in der Verbindung mit SO_4-Ionen nur zu schwer löslich, um das Skelet bilden zu können.

(8b) „Physiologisches Gleichgewicht“,

Einfluss der Werthigkeit und elektrischen Ladung von Ionen.

Nach Loeb*) käme es im Gegensatze zu Herbst nicht auf die Anwesenheit oder das Fehlen einzelner Ionen, sondern auf die gegenseitige Compensation „giftiger“ Wirkungen derselben an: „Physiologisches Gleichgewicht“. Wurden Eier von *Arbacia* 5 Minuten nach Besamung in je 100 cm^3 verschiedener Chloridlösungen gebracht, so konnte in Lösungen, welche nur ein Chlorid enthielten, das Blastulastadium nicht erreicht werden. Mg- und K-Ionen waren günstiger als Na- und Ca-Ionen. Das Optimum an Concentration war für jede Lösung verschieden, die Qualität der Ionen hatte mehr Einfluss, als der osmotische Druck. NaCl erwies sich als keine indifferente Substanz; in puren Glycerin- und Zuckerlösungen des Druckes $^5/_8$n NaCl fand überhaupt keine Segmentirung statt. In LiCl und einer halben Mischung mit Zucker (desselben Druckes) konnte höchstens das Zweizellenstadium erreicht werden. Die Segmentirung ist um so regelmässiger, je mehr Mg und je weniger Ca die Lösung enthält;

*) (387. p. 438—445.)

letzteres begünstigt die inäquale Theilung. Im günstigsten Falle kann bei zwei Chloriden Blastula erreicht werden, die aber Cilien erst bei Rückversetzung in Seewasser erhält und dann (andern Tags) munter herumschwimmt (die Bewegung der Cilien kann in der $MgCl_2$- und $CaCl_2$-Mischung 2 Tage andauern, daher ist nicht Verhinderung der Bewegung im Spiele). Drei Chloride erlauben die Bildung von Pluteus, aber ohne Skelet. In 96 cm^3 $^5/_8$ n NaCl + 2 cm^3 $^5/_8$ n $CaCl_2$ + 2 cm^3 $^5/_8$ n KCl lebten sie 10 Tage. Für NaCl kann weder $MgCl_2$ ($^{10}/_8$ n), noch LiCl ($^5/_8$ n), noch Rohrzucker oder Glycerin substituirt werden.

Eine Lösung 96 cm^3 $^{35}/_8$ n NaBr + 2 cm^3 $^5/_8$ n KCl + 2 cm^3 $^{10}/_8$ n $CaCl_2$ gab schwimmende Blastulae. Nicht normales Pluteusskelet wurde durch 95 cm^3 $^{35}/_8$ n NaCl + 1 cm^3 $^{35}/_8$ n KCl + 2 cm^3 $^{10}/_3$ n $CaCl_2$ + 1 cm^3 $^1/_8$ n Na_2CO_3 erzielt.

In einer späteren Mittheilung über den Einfluss der Werthigkeit und möglicherweise der elektrischen Ladung von Ionen auf ihre antitoxische Wirkung kommt Loeb*) wieder auf Versuche mit Seeigeleiern zu sprechen:

„Wenn man frisch befruchtete Seeigeleier in eine $^5/_8$ n NaCl-Lösung bringt, so entwickeln sich die Eier nicht. Es tritt meist nicht einmal eine Furchung ein. Fügt man nun eine kleine Menge eines zweiwerthigen Kations, beispielsweise Calcium, hinzu, so vermag das die Giftwirkung der Natriumionen nicht aufzuheben. Es entwickelt sich kein schwimmender Embryo (Blastula), obwohl die Eier ihren Furchungsprocess beginnen können. Der entgiftende Einfluss der Calciumionen auf die Natriumionen tritt aber sofort ein, wenn man der Lösung einen zweiten Körper („Zwischenkörper“), nämlich eine kleine Menge Kaliumionen, zusetzt. In dem Falle bilden die Eier nicht nur schwimmende Embryonen (Blastulae und Gastrulae), sondern die letzteren können auch die volle Lebensdauer der ceteris paribus in normalem Seewasser gezüchteten Larven erreichen (ca. 8—10 Tage in meinen Versuchen). Setzt man die Kaliumionen allein (ohne die Calciumionen) zu, so vermag die Furchung eine Reihe von Stunden weiterzugehen, ja das Blastulastadium mag in besonders günstigen Umständen erreicht werden, aber dann kommt alles zum Stillstand. Das Kalium allein hat also nur einen geringen Einfluss.“ Ausser durch Ca konnte auch durch Sr die Giftwirkung des Na aufgehoben werden; dagegen nicht durch Eisen (Fe) oder Cobalt (Co). Die letzteren genügten hierzu jedoch beim Fische *Fundulus*, vielleicht deshalb, weil die Geschwindigkeit des Eindringens der Na-Ionen in diese Fischeier geringer ist, als in die Seeigeleier (Loeb*); die weitgehenden Theorien dieses Forschers können noch nicht als erwiesen angesehen werden).

*) Loeb, J., Ueber den Einfluss der Werthigkeit und möglicherweise der elektrischen Ladung von Ionen auf ihre antitoxische Wirkung. (Vorl. Mitth.) Arch. ges. Physiol. 88. 1901. (Sep.) p. 75—76.

(9) Morphium.

Morphium (O. u. R. Hertwig*)) 0,6 %, im Beginn des Viertheilungsstadiums (3 h nach Besamung) 1 Stunde einwirkend (oder Eier in 0,1 % Morphiumlösung belassen): Furchung normal, aber verlangsamt, Zellen grösser, zwischen Dotterhaut und Embryo befindliche Flüssigkeit bräunlich; ganz abnorm die Blastulae am folgenden Tage: linsenförmig abgeplattet, Furchungshöhle minimal; die normalerweise cubischen und äusserst zahlreichen Blastodermzellen waren spärlicher und zu langen pyramidenförmigen Körpern auszgezogen, deren breite Basen die Oberfläche der Blastula bilden halfen, während die abgestutzten, verjüngten Enden die Furchungshöhle begrenzten. Die in 0,1 % gelassenen starben nach spärlicher Gallertbildung am 3. Tage, die anderen lebten in ähnlichem Zustande noch am 6. Tage, ohne Pluteus bilden zu können.

2. Dichte des Mediums.

(1) Concentrations-Erniedrigung.

Zusatz von 20—25 % Süsswasser vermag (bei *Echinus* und *Sphaerechinus*) keine ernstliche Alteration der Entwicklung herbeizuführen (Herbst**)); noch stärkere Verdünnung (100 %, *Arbacia*) veranlasst osmotische Zerreissung des Embryos (Loeb***)). Wird eine solche Theilung auf dem Zweizellenstadium durchgeführt, so steht die Zerreissungsebene in keinem besonderen Verhältniss zur ersten Theilungsebene †). Trotzdem entwickeln sich Extra- und Intraovat wie ganze Eier (was gegen die Annahme einer „Orientirung" des Protoplasmas verwerthet wurde; Loeb†)). Bis zum 32-Zellenstadium können Extra- und Intraovate durch verdünntes Seewasser provocirt werden und entwickeln sich nachher zu vollständigen Blastulis, und, wenn sie wenigstens 1/8 der Eimasse enthalten, zu Pluteïs (Isotropie des Furchungsmaterials †)). „Bringt man Eier, die eben ins Blastulastadium getreten sind, in verdünntes Seewasser, so platzt die Membran und ein Prolaps der Blastula findet statt (Textfig. 17). Dagegen habe ich mich nicht überzeugen können, dass die Wand der Blastula selbst jemals platzte. Brachte man das Ei in normales Seewasser zurück, so nahm die Blastula wieder Kugelform an. Aus diesen Blastulae entwickelten sich immer nur einfache Embryonen, da eben nur

*) O. u. R. Hertwig, Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang u. s. w. Jen. Ztschr. XX. 1887. p. 201 ff. (III. 3.)

**) (300. 4].)

***) Loeb, J., Ueber eine einfache Methode zwei oder mehr zusammengewachsene Embryonen aus einem Ei hervorzubringen. Pflüger's Arch. Bd. 55.

——, Biological Lectures delivered at Woods Holl. Ginn a. Co. Boston 1893.

†) Loeb, J., Ueber die Grenzen der Theilbarkeit der Eisubstanz. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 59. 1894. p. 379 ff.

——, On the limits of Divisibility of Living matter. Biological Lectures delivered at Woods Holl. during summer session 1894. Boston 1895. III. p. 55—65. 7 tfigs.

eine Blastulahöhle vorhanden war. Die Blastulae bleiben im verdünnten Seewasser viel länger am Leben und entwicklungsfähig, als in den ersten Furchungsstadien befindliche Eier. Auch gegen concentrirteres Seewasser sind die Blastulae resistenter.

Aehnliche Aenderungen der Empfindlichkeit gegen Aenderungen des Wassergehaltes in verschiedenen Entwicklungsstadien fand ich früher bei Fischeiern (Pflüger's Archiv, Bd. 54" (Loeb*)).

Auch Herbst**) erhielt Larven aus nur einem Theile des Furchungsmaterials, Extraovate und mehrere Larven aus einem Ei bei Zusatz von 6 g KBr zu 1000 cm^3 Meerwasser, auch bei KJ, NaBr, $NaNO_3$; in zwei Culturen (4 Theile Meerwasser und 1 Theil 3 % KCl) fanden sich eine Anzahl von je 2 Blastulae in einer Eihülle, zusammenhängend oder getrennt; wahrscheinlich war auch hier eine Trennung durch osmotische Kräfte im Spiel.

Vernon***) fand, dass Larven in Seewasser, dem per Liter 50 cm^3 destillirtes Wasser zugesetzt war, 15,6 % grösser seien, als normale, bei 25 cm^3 9,5 % grösser (bei 150 cm^3 hingegen 4,3 % kleiner). Die Körperlänge †) war in dem verdünnten Wasser ca. 9,1 % vergrössert, die Armlängen um 7,7 % und 10,5 % verkleinert und, da diese Procente der Körperlänge sind, also ungefähr von gleicher absoluter Grösse wie bei normalen.

(2) Concentrationserhöhung.

Geringe Concentrationserhöhungen (z. B. 1,34 % NaCl) beeinträchtigen die Weiterentwicklung nicht (Herbst†)) und auch die Grösse der Larven bleibt unverändert (Vernon***)). Spätere Stadien sind wie gegen verringerten, so auch gegen erhöhten Salzgehalt resistenter (vgl. oben, Loeb*)).

3. Mechanische Agentien.

(1) Wirkung von Druck oder Schütteln (ohne Isolation von Blastomeren).

Wird auf Eier während der Furchung mit dem Deckglase (bei untergelegter Schweinsborste) ein Druck ausgeübt, so kehren bei unversehrter Membran die plattenförmigen Achterstadien (Seeigel.— Driesch**)) und Sechzehnerstadien sofort in die Kugelform zurück, wenn mit dem Druck nachgelassen wird, wobei aber die Zellen und Spindeln anders gelagert sind;

*) Loeb, J., Beiträge zur Entwicklungsmechanik der aus einem Ei entstehenden Doppelbildungen. A. f. Entwm. I. 1894/95. p. 453—472. tb. XVIII—XX. 20 tfgs. (p. 466.)
**) (297. p. 462, 468.)
***) (670. p. 625. 4] u. 12].)
†) (300. 4].)
††) 165. p. 17.)

bei Platzen der Eimembran wird erst bei der nächsten Theilung eine zweite Schicht gebildet.

Normale Pluteï können in allen Fällen gebildet werden.

Werden Eier (*Arbacia pustulata* — Morgan*)) auf dem Vierzellenstadium Druck ausgesetzt, so orientirt sich die 1. und 2. Furche vertical; auch die 3. Furche steht (normal) vertical; wird dann um 90° rotirt und abermals Druck ausgeübt, so erfolgt seitliche Mikromerenbildung (Morgan*)).

Wird *Echinus microtuberculatus* im Achtzellenstadium etwa eine Minute lang ziemlich stark geschüttelt, so liegen die Furchungszellen alle in einer Ebene (Driesch**)); trotzdem können normale Pluteï resultiren.

(2) Isolation von Blastomeren.

Wird eine der beiden ersten Furchungszellen durch Schütteln isolirt (*Echinus microtuberculatus* — Driesch***), *Sphaerechinus* — Driesch***), Morgan†), *Strongylocentrotus lividus* — Zoja††)), so furcht sie sich als Halbbildung, erzeugt aber ein ganzes Individuum (Gastrula, Pluteus) halber Grösse mit halber Zellenzahl (nach Fiedler†††) kämen auch noch halboffene Gastrulae vor).

Analog verhalten sich gesonderte Zellen des 4. und 8. Blastomerenstadiums.

Auf dem Sechzehnzellenstadium der (4) Mikromeren beraubte Embryonen entwickeln gut ausgebildete Pluteï (Zoja††)); werden die 4 Mikro- und 4 Makromeren (die eigentlich „vegetative“ Häfte!) von den 8 Mesomeren getrennt, so unterscheiden sich die aus den letzteren hervorgegangenen Pluteï durch ausserordentlich lange Cilien von den ersteren. (Zoja††)).

(3) Zerstückeln von Blastulae, Gastrulae u. s. w.

Während isolirte einzelne $^1/_{16}$-Blastomeren keinen Embryo mehr zu erzeugen vermögen, sind noch Stücke späterer Stadien, wenn sie mehr Masse enthalten, dazu im Stande (Morgan§)). Blastulae zerschnitten (*Sphaerechinus, Asterias* — Driesch§§)) oder zerschüttelt (Morgan§§§))

*) (466. p. 147. fig. 4, im Text der Abhandlung irrthümlicherweise als 2 angeführt.)

**) 167. p. 112—116.)

***) (162. p. 178, 183.)

†) (469. p. 124.)

††) Zoja, R., Sullo sviluppo d. blastom. isol. dall. uova di alc. med. etc. (*Strongylocentrotus* p. 32. fig. 124—149. tb. IV.) Arch. f. Entwm. II. 1895/96.

—— (704.)

†††) (213.)

§) Morgan, T. H., The Proportionate Development of Partial Embryos. Arch. f. Entwm. XIII. 1901. (p. 427.)

§§) Driesch, H., Zur Analysis der Potenzen embryonaler Organzellen. Arch. f. Entwm. II. 1895/96. (I. 1. p. 171; II. 2. p. 173; II. 1. p. 183.)

§§§) (470. p. 267. 1—6.)

bilden kleine ganze Gastrulae. (Die Zellenzahl der daraus hervorgegangenen Primitivorgane, namentlich des Mesenchyms, entspräche nach Driesch*) dem verwendeten Bruchtheile, nach Morgan**)***) beim Entoderm der normal demselben zukommenden ohne Beziehung zur Grösse oder Zellenzahl des Bruchstückes.)

Gastrulae zerschnitten (Driesch†)), können verkleinerte Abbilder der ganzen Pluteï (*Sphaerechinus*) und Bipennarien bilden. „Wenn die Mesenchymzellen der Echinidenblastula nach ihrem Austritt aus dem Mutterboden durch Schütteln an durchaus anomale Orte der Larve gebracht werden, wandern dieselben gleichwohl alle oder fast alle an die für ein entsprechend späteres Stadium der Ontogenese normalen Orte hin“ (Driesch††)). Resultat ist ganz normale Entwicklung.

Nach Vollendung der Mesenchymbildung zerschüttelte Eier (*Echinus* — Morgan**)) bilden abweichende Larvenformen infolge mangelnden Skeletes.

Zerschnittene Embryonen, welche die Mesenchymbildung vollendet haben und im Beginne der Darmbildung stehen (*Sphaerechinus granularis*, *Echinus microtuberculatus*, *Asterias glacialis*), sind, wenn sie weder Darm-, noch Mesenchymzellen aufweisen, zwar die Wunde zu schliessen, die Form zu reguliren und ectodermale Organe in typischer Weise zu bilden im Stande, können aber die entfernten Organanlagen nicht regeneriren (Driesch†)).

Isolirte Archentera entwickeln sich nicht weiter (Morgan**)).

Der secundäre Urdarm ist nach Entfernung der Cölomsäcke nicht mehr im Stande, dieselben nochmals zu bilden (Asteriden — Driesch†††)).

Nach sichtbarer Anlage des Skeletes bei Echiniden scheinen die Mesenchymzellen nicht mehr im Stande, dieselben nach theilweiser Entfernung neu zu bilden (Driesch†††); vgl. hingegen die Neubildung des Skeletes nach Auflösung durch CO_2 — Driesch§)); war nämlich bei Operationen an *Sphaerechinus*-Gastrulis einer der beiden Dreistrahler, welche die Anlage des Skeletes darstellen, entfernt, so wurde das Skelet des von ihnen gelieferten Pluteus nur einseitig ausgebildet (19 Fälle†††)).

---

*) Driesch, H., Von der Beendigung morphogener Elementarprocesse. Arch. f. Entwm. VI. p. 198—227. 5 figs.

**) (470. p. 267. 1—6.)

***) (469. 5.)

†) Driesch, H., Zur Analysis der Potenzen embryonaler Organzellen. Arch. f. Entwm. II. 1895/96. (I. 1. p. 171; II. 2. p. 173; II. 1. p. 183.)

††) (168. p. 371—372.)

†††) Driesch, H., Zur Analysis der Potenzen embryonaler Organzellen. Arch. f. Entwm. II. 1895/96. (II. 2. p. 186. — II. 3. p. 187 u. fig. 11.)

§) (171. p. 137—139.)

4. Temperatur.

(1) Einfluss auf Grösse.

Vernon*) fand Larven, die sich zwischen 17° bis 22° C entwickelten, 2 % oder mehr grösser als solche, die unter oder über diesen Temperaturgrenzen gezogen wurden. Bei über 22° sich entwickelnden Larven waren die aboralen Fortsätze 10,8, die oralen 8,5 % länger, als bei 18—20°. Das Verhältniss zwischen den Armlängen war über 22° um 4,3 % höher als unter 18°. Die Variabilität in Bezug auf die Körperlänge (die allmählich vom 5. Tage an sinkt) erreicht ihr Maximum bei 18—20°, dem Optimum für die Entwicklung (*Strongylocentrotus lividus*).

(2) Einfluss auf Entwicklungsgeschwindigkeit.

Die beschleunigende Wirkung erhöhter Temperatur auf die Entwicklung von Echinideneiern ist von Driesch**) beispielsweise in der folgenden Tabelle mitgetheilt worden:

26/X. 1¾ p. befruchtet	*Sphaerechinus*	
	19° C	Ofen 31° C
26/X. 3 p.	Kerntheilung im Beginn	Aller Eier in 2
„ 3,20	in 2	Kernspindeln zur Viertheilung deutlich
„ 4,25	in 4	in 8
„ 4,55	meist in 8, einige noch in 4	in 16
27/X. 9¼ a.	Blastula	Gastrulation begonnen.
„ 2 p.	Gastrula beginnt eben	Typische Gastrula
28/X. 9 a.	Prismenform, Darm noch ungegliedert	Typischer Pluteus mit langen Armen.

(3) Einfluss auf Formbildung (Exogastrulae und Anentera).

Seeigeleier, welche im Wärmofen gehalten wurden (Driesch***)), zeigten im Vierzellenstadium Ansatz zur Tetraëderstellung der Blastomeren; vom Achtzellenstadium an waren Abweichungen bereits überwiegend (selten normal †)); gewöhnlich verlaufen drei Spindeln parallel, die vierte 45° bis 90° in allen 4 Zellenpaaren ††); statt 2 Viererkreise wird nahezu ein Achterkreis gebildet; die Mikromerenbildung unterbleibt ganz oder theilweise; pathologisch kommen ferner abwechselnde Verschmelzungen der Blastomeren und simultaner Zerfall vor.

---

*) (670. p. 625: 2] 11] 15].)
**) (165. p. 16.)
***) (165. p. 10—16.)
†) fig. 18.
††) fig. 16, 21.

Werden Blastulae von *Sphaerechinus granularis* (nicht zu bald nach dem Verlassen der Eihülle — sonst Schädigung; nicht zu spät, dicht vor der Gastrulation — sonst normal, nur beschleunigt) etwa 18—27 Stunden nach Befruchtung (bei 15° C) in den Wärmofen (30° C) mit nicht zu wenig Wasser gebracht, so zeigen sie nach weiteren 18 Stunden fast alle oder nur theilweise (schwankend nach den individuellen Weibchen) einen kleinen Auswuchs (Driesch*)), die in verkehrter Richtung gewachsene Anlage des Urdarmes, schwimmen im übrigen munter umher. Dem Ofen entnommen und in normal temperirtes Wasser gebracht (am besten indem man das warme Wasser einfach abkühlen lässt), ist nach Verlauf von etwa 12 Stunden der „Darm" so lang als die Blase, der er aufsitzt**) (durchaus Herbst's Lithiumprocess 1., vgl. oben).

Zur Exogastrulation ist eine Einwirkung der höheren Temperatur kürzere Zeit nach der Befruchtung nothwendig, wenn die Anfangstemperatur niedrig (November: 18 h), erst später (27 h), wenn die Anfangstemperatur höher (März) war. 24 h nach vollendeter Exogastrulation nimmt der Ektodermtheil die prismatische Gestalt an und beginnt die Bildung der Kalkdreistrahler. Der Darm gliedert sich in 3 Theile***), schrumpft aber dann. Bleibt der Darm kümmerlich erhalten, so hängt er dem Pluteus äusserlich an†). Oft schrumpft er aber völlig (Anenteria††)); trotzdem bildet sich oft eine Mundhöhle, die sich mit dem entodermalen Darm sonst verbinden sollte. Anenterien haben eine Woche gelebt, aber nie den Darm zu regeneriren begonnen. Kalk- und Armbildung bleibt bei Wärmeschädigung oft rudimentär.

5. Licht.

Larven von *Strongylocentrotus lividus* im Halbdunkel gezogen, waren (Vernon†††)) 2,5 % grösser, in absoluter Dunkelheit 1,3 % kleiner als im diffusen Tageslichte.

Blaues Licht (durch eine vorgeschobene Kupfersulfatlösung hergestellt) liess 4,5 %, violett-blaues (Lyon's Blau-Lösung) 7,4 %, grünes (Nickelsulfat) 4,8 %, rothes und gelbes 6,9 % und 8,9 % kleinere Larven hervorgehen. Violett begünstigte Bacterienentwicklung§); Roth und Gelb, die nur durch Papier hergestellt waren, waren opaker§§) als Blau, dieses opaker als Grün.

Die Armlängen§§§) der Larven waren im Halbdunkeln, Dunkeln, Grün, Blauviolett 10 % kürzer als normal.

*) (166. p. 221—226. tb. 11. fig. 1.)
**) fig. 2.
***) fig. 3, 4.
†) fig. 5.
††) fig. 6.
†††) (670. p. 625: 5].)
§) p. 591.
§§) p. 592.
§§§) p. 625 ff.: 13].

6. Complexe Factoren.

(1) Isolation von Blastomeren membranlos geschüttelter Eier in calciumfreiem Wasser.

Herbst*) beobachtete zuerst in calciumfreien Meerwassermischungen (3 % NaCl, 0,08 % KCl, 0,66 % $MgSO_4$, Li_2HPO_4 wegen Alkalinität, oder 3,07 % NaCl, 0,08 % KCl, 0,66 % $MgSO_4$, $MgHPO_4$) das Auseinandergehen membranlos geschüttelter Eier: „Durch das Fehlen des Calciums im umgebenden Medium wird der Verband der Furchungszellen membranloser Eier der Seeigel derartig aufgelockert — und zwar bei *Echinus* radicaler als bei *Sphaerechinus* —, dass die einzelnen Zellen zum Theil sogar durch grössere Zwischenräume von einander getrennt werden. Trotz dieser gänzlichen Isolation oder Auflockerung verläuft aber die Furchung bis zu Ende, ja es tritt sogar Differenzirung in Wimperzellen ein, die, auch wenn sie gänzlich isolirt sind, doch einige Zeit am Leben bleiben und sich munter bewegen können.“ Auch nach einem Aufenthalt gewisser Dauer in Seewasser erwies sich der Zusammenhalt der Zellen nicht ein für allemal fixirt, sondern der Verband der Furchungs- oder Gewebezellen konnte durch Uebertragen in kalkfreies Wasser wieder gelöst werden (ausser Seeigel: *Polymnia nebulosa*, wimpernde Larven. — Köpfchen von *Tubularia mesembryanthemum*, Aufhören der Contractilität der Tentakel. — *Ciona intestinalis*, geschwänzte Larven).

Der Zerfall bei *Echinus* erfolgte nach 2—3 Minuten und die isolirten Elemente blieben über 40 Stunden am Leben; bei *Sphaerechinus* war der Zerfall etwas langsamer.

Die Theilproducte von Zellen, welche infolge des Fehlens von Kalk im umgebenden Medium auseinander gewichen sind, bleiben nach dem Zurückbringen in gewöhnliches Meerwasser bei einander und geben schliesslich ganz kleinen Larven den Ursprung.

An Furchungsstadien bis zu 100 Zellen waren zurückversetzt, zumeist offene Furchungsart der Theilstücke, dann kleine, geschlossene Blastulae beobachtet worden. Auch ganz isolirte Zellen können wieder verschmelzen. Larven mit allen Pluteusorganen können aus wieder zusammengeschmolzenen Zellverbänden hervorgehen und zwar pflegen Anomalien zuerst aufzutreten, wenn die Eier im 32-Zellenstadium in kalkkaltiges Wasser zurückversetzt werden (Windungen, Faltungen, Kürze der Fortsätze), sonst auch aus Theil der Zellen regelmässige Pluteï. (Auch *Ciona-intestinalis*-Larven bildeten neuen Verband**).)

Eine geringfügige Hemmung des Auseinandergehens der Zellen wurde in dem Gemische, das mit $MgCO_3$ alkalisch gemacht worden war, beobachtet (ähnlich bei Zusatz von $^1/_2$ % NaO H4 Tropfen zu 20 cm^3). Die „Verbindungsmembran“ (Fol) nimmt im calciumfreien Wasser eine undeut-

*) Herbst, C., Ueber das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen im kalkfreien Medium. Arch. f. Entwm. IX. 1899. p. 424—463. tb. XVIII—XIX.

**) Herbst, 1899. p. 450.

liche, strahlige Beschaffenheit an, da sie jedoch nicht sofort nach Rückversatz in calciumhaltiges Wasser die alte, pralle Gestalt wieder annimmt und trotzdem der Zusammenschluss der Zellen erfolgt, ist es fraglich, ob sie allein für das Zusammenbleiben der normalen Furchungszellen verantwortlich gemacht werden kann.

Die Herbst'sche Methode ist von Driesch*) und Morgan**) zur Nachprüfung des Schicksales isolirter Blastomeren verwendet worden.

„Isolirte $^1/_2$- und $^1/_4$-Blastomeren der Echiniden entwickeln sich, nachdem sie sich von Anfang an compact gefurcht oder zur Hohlkugel gefurcht und dann geschlossen haben, zu vollständigen Pluteïs, welche hinsichtlich ihrer Anatomie normalen Pluteïs durchaus geometrisch proportional sind*)."

„Isolirte $^1/_8$-Blastomeren, sowie die Makro- und Mesomeren des 16-Zellenstadiums können sich bis zu Gastrulis mit Darm, der bei den $^1/_8$-Larven sogar gegliedert sein kann, und mit Skeletbeginn entwickeln, es liegt aber hier ein Unterschied zwischen den Zellen der Mikromeren liefernden . . . Hälfte des Keimes und der . . . Gegenhälfte vor*)." Von den Mikromerenhälften gastrulirt ein grösserer Procentsatz und zwar stets normal, hingegen ist die allgemeine Sterblichkeit erhöht; die Gastrulation ist gegen die der Gegenhälften beschleunigt. Bei letzteren kommt es oft (neben normalen Gastrulae) zur Bildung langlebiger, langwimperiger Blastulae und mesenchymloser Gastrulae; die Larven sind klarer und heller, als die der Mikromerenhälfte. (Der Mikromerenpol ist als der wahre „vegetative", der Mesomerenpol als der wahre „animale" zu bezeichnen.)

Die Zahl der Zellen in den Partiallarven entspräche nach Driesch***) ihrem Keimwerth, d. i. dem Bruchtheil des Eies, dem sie entsprechen, was derselbe aber nur für das Mesenchym direct nachwies; demnach wären die Partiallarven hinsichtlich des histologischen Baues den normalen nicht, wie bezüglich des anatomischen, geometrisch, sondern arithmetisch proportional. Die Frage nach dem Keimesminimum, das noch zu gastruliren vermag, wurde noch nicht gelöst; aus isolirten 32-Zellen konnten keine Gastrulae gezogen werden. Isolirte Zellen des 808-Zellenstadiums, auf dem der Keim eben zu wimpern beginnt, ergaben noch gewissermassen jede eine einzellige Blastula für sich.

Mit abnehmendem Keimwerth nimmt die Geschwindigkeit der Entwicklung ab. (Das Gesammtvolum der Keime ist kleiner als ihr Keimwerth, vielmehr sind die Keimflächen dem letzteren proportional.)

*) Driesch, H., Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeimes. Eine Nachprüfung und Erweiterung früherer Untersuchungen. Arch. f. Entwm. X. 1900. p. 361—410. 20 figs. (p. 407.)

**) Morgan, T. H., The Proportionate Development of Partial Embryos. Arch. f. Entwm. XIII. 1901. p. 416—435. 1 fig.

***) Driesch, H., Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeimes. Arch. f. Entwm. X. 1900. (p. 408.)

Nach Morgan*) stülpen jene Halb- und Viertelembryonen (*Toxopneustes variegatus*), welche die Gastrula annähernd zur selben Zeit bilden wie die ganzen Embryonen, etwa $^1/_2$ oder $^1/_4$ der Zellenzahl der ganzen Embryonen ein, während jene (sowie auch $^1/_8$-Embryonen), welche die Gastrula später bilden, eine verhältnissmässig grössere Zahl von Zellen einstülpen (allmähliches Wachsthum der Zellenzahl in den Theilblastulae).

Die Grösse des Urdarmes in den Theilembryonen, namentlich in $^1/_4$ und $^1/_8$, ist in der Regel verhältnissmässig bedeutender, als in den ganzen Embryonen; derselbe besitzt in den $^1/_2$- und $^1/_4$-Embryonen eine excentrische Lage (unsymmetrische Organisation der isolirten Blastomeren).

(2) Verschmelzung von Embryonen membranlos geschüttelter Eier.

Morgan**) liess Eier von *Sphaerechinus*, die durch Schütteln zwei Minuten nach Besamung ihrer Membran beraubt waren, einen Fuss tief in eine Schüssel Seewasser fallen, wo sie bald zur Ruhe gelangten und am Grunde eine dicke Schicht bildeten.

Dreimal gelang es auf diese Art, Verschmelzungen von Eiern herbeizuführen, wahrscheinlich waren die Eier einzelner Weibchen mehr für die Verklebung geeignet. Sofort nach der beschriebenen Procedur klebten eine Anzahl unsegmentirter Eier aneinander***); diese entwickelten sich jedoch isolirt zu je 2 vollständigen Blastulae. Hingegen findet die Verschmelzung mehr oder weniger vollständig auf dem Blastulastadium statt. Stets finden in solcher Doppelgastrula zwei Darmeinwucherungen statt†). Oft überholt die eine Einwucherung die andere im Wachsthum, und um erstere als Centrum formt sich dann die ganze (doppelte) Wandung zu einer einzigen Larve um††). Ein Skelet reicht durch die ganze Länge einer solchen Larve; das Rudiment eines zweiten Skeletes kann auch vorhanden sein.

Abänderungen der oben erwähnten Versuchsbedingungen führten Morgan zu keinem Resultate (Fallenlassen von wärmerem in kälteres Wasser und umgekehrt, verdünntes Seewasser, verschiedene Fallhöhe).

Driesch†††) schüttelte 3—5 Minuten nach Zusatz des Samens Eier von *Echinus* oder *Sphaerechinus* mittelstark 30 mal in einem kleinen

---

*) Morgan, T. H., The Proportionate Development of Partial Embryos. Arch. f. Entwm. XIII. 1901. p. 416—435. 1 fig.

**) (467 p. 65—71. pl. IX.)

***) p. 66. fig. 20, 21.

†) p. 66. fig. 8—12.

††) p. 67. fig. 7, 16.

†††) Driesch, H., Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 4. Die Verschmelzung der Individualität bei Echinidenkeimen. Arch. f. Entwm. X. 1900. p. 411 bis 434. 13 tfigs.

Glase (zu welcher Zeit durch die plastische Beschaffenheit der Eier dieselben aneinander kleben) und brachte sie 10 Minuten nach dem Schütteln in alkalisches, kalkfreies Seewasser, 6 Tropfen $^1/_2$ % Natronlauge auf 20 cm^3 nach Herbst), nach diesen Proceduren verschmolzen 20 unter je 1000 Eiern. Entweder es entstehen beliebig verwachsene Doppelbildungen*) (die aber auch anfänglich aus der sanduhrförmigen in eine ellipsoide Form übergegangen waren**)), oder ein Individuum prädominirt***), oder es wird ein doppeltbreiter Darm angelegt, aber getrennte Skelete†), oder endlich, es ensteht eine ganz einheitliche Doppellarve, so dass sich „zwei auf dem Blastulastadium zu einer Grossbildung verschmolzene Keime zu Larven zu entwickeln vermögen, welche sich, bei stricter Wahrung der Proportionen, nur durch ihre erheblichere Grösse von normalen unterscheiden, welche Grösse eben auf der Anwesenheit der doppelten Zahl von Zellen in den einzelnen Organen beruht.“ (Driesch††).)

Da Einheitsbildungen nur aus solchen Objecten erzielt wurden, die sehr früh, wenn das Material eben erst zu schwimmen begann, schon als verschmolzen isolirt wurden, dürfte Einheitsbildung auf späteren Stadien durch die zu weit vorgeschrittene Differenzirung und den Zeitmangel verhindert werden. Entsprechend der grössern Entwicklungsgeschwindigkeit bei *Echinus* kommen auch bei demselben weniger Verschmelzungen zu Stande (4 : 30 gegen 26 : 77 bei *Sphaerechinus*†††)). Die Entwicklungsgeschwindigkeit und Lebensdauer (isolirt in Salznäpfchen bis 10 Tage) ist dieselbe bei den Grossbildungen wie bei den Einzellarven††).

Boveri§) glaubt, dass nicht die Zeit, sondern die Stellung der Eiaxen zu einander für die Entstehung von Doppel- oder Einzelbildungen verantwortlich sei (letztere nur bei annähernd paralleler Orientirung).

(3) Einfluss der Larvenmenge.

Vernon§§) fand die Länge der Larven von *Strongylocentrotus lividus* unbeeinflusst von der Anzahl, die sich in einem gegebenen Volumen Wasser entwickelte, wenn unter 30000 per Liter. Hingegen waren die Aboral- und Oralarme§§§) bei 4000 Larven per Liter durchschnittlich 13,4, resp. 15,9 % kürzer als bei 500 per Liter; bei 17500 per Liter 25,9, resp. 23,3 %, bei 30000 per Liter 53,0, resp. 43,2 %.

Wenn befruchtete Eier von *Toxopneustes lividus* am Boden des Aquariums in dichten Haufen liegen, kommen alle möglichen, sonst auch bei Eiern

*) fig. 2.
**) fig. 1.
***) fig. 4.
†) fig. 7.
††) p. 430. fig. 11, 12.
†††) p. 431.
§) (100. p. 165.)
§§) (670. p. 625:6].)
§§§) 10].

anderer Thierklassen (Würmern, Arthropoden, Mollusken), die unter ähnlichen Bedingungen abgelegt werden, vorkommenden Gastrulabildungen*)**) vor, welche zu mehr oder weniger unregelmässigen Pluteïs***) führen.

Die Wimperung wird gar nicht ausgebildet und die Embryonen bleiben längere Zeit in den Eihüllen. (Wirksame Factoren: Druck, Erhöhung der Temperatur?.)

(4) Complexe Factoren in „Kalium"-Culturen.

Herbst†) beobachtete in Triest bei kalter Witterung ausnahmsweise Kaliumzüchtungen, die einen „knopfartig verdickten Wimperschopf" besassen. Die langen Haare der normalen waren wieder durch kleine, bewegliche ersetzt worden. Dieselben kamen nicht über das Gastrulastadium hinaus.

In einem wärmeren Jahre wurden auch in Triest solche Larven nicht beobachtet und die gewöhnlichen Kaliumlarven zeigten sich weit weniger resistent gegen KCl.

Mehrfachbildungen durch Verwachsung††) kamen bei *Strongylocentrotus* und *Sphaerechinus* in 1900 cm^3 Seewasser + 100 cm^3 3,7 % KCl (in destillirtem Wasser) vor: die Pluteï (bei *Strongylocentrotus* hatte sich das Pigment zu zwei grossen Flecken an der Mundseite zusammengezogen) lagerten sich zu 2, 3, auch mehr unregelmässig aneinander, die Zwischenräume verschwanden, es entstanden unförmliche Pluteï mit vielen Darmcanälen (Fol's „Polygaster aus Mehrfachbefruchtung?"); in Controllösung wurden keine solchen Bildungen, aber auch sonst in derselben Lösung nicht wiedergefunden; bei *Sphaerechinus*, $87\frac{1}{2}$ Theile Meerwasser, $12\frac{1}{2}$ Theile 3,7 $CaCl_2$, geringe Anzeichen. Nothwendig ist jedenfalls: 1) Zusammendrängen der Larven (Licht- und Strömungseinflüsse), 2) klebrige Beschaffenheit der Oberfläche (Stoffwechselproducte?), 3) da diese Larven stets am Boden gefunden wurden, wahrscheinlich bereits vorhergegangene Schwächung. Bei Blastulae war Verschmelzen stets Beginn des Absterbens, bei Gastrulae wurde Verschmelzung nicht beobachtet.

(5) Complexe Factoren in „Lithium"-Culturen.

Eier, welche durch Schütteln membranlos gemacht wurden, müssen nicht eher aus Li-Mischungen herausgenommen werden, um typische Lithiumentwicklung einzuschlagen, als solche mit Membran†††).

*) Eismond, J., Ueber einige Fälle von anormaler Entwicklung der Eier bei *Toxopneustes lividus*. Aus dem Ber. üb. d. Reise nach Roscoff i. J. 1891. Arb. a. d. zootom. Labor. d. Univ. Warschau. Lief. I. 1. Beilage.

**) (200.)

***) fig. 10.

†) (297. tb. XIX. fig. 10a—d.)

††) p. 459.

†††) (298. p. 182—83.)

(Eine Cultur von *Echinus* mit besonders kleinen Gastrulis, die jedoch aus ganzen Eiern hervorgegangen waren, liess bei Ineinandergreifen von normaler Gastrulation und Li-Wirkung keinen Durchbruch des Mundes erkennen. Herbst*).)

Zur Erklärung der Lithiumwirkung wird darauf hingewiesen, dass das Lithium stärker am vegetativen Pole aufgespeichert werden könnte**).

(6) Farblösungen.

Methylenblau ($^1/_{5000}$ % Lösung) wird thatsächlich, namentlich im Entoderm, aufgespeichert, ähnlich Fuchsin (5 cm^3 conc. Lösung + 45 cm^3 Seewasser). Urdarm und Wimperring färben sich, letzterer schwächer, bei Methylenblau violett, während die Mesenchymzellen blau erscheinen.

Nach Eismond***)†) werden Alkaliblaulösungen von lebenden Embryonen von *Toxopneustes lividus* absorbirt und erscheinen nach Fixirung mit reiner Essigsäure oder mit Sublimatessig ausschliesslich in den Mesenchymzellen; die Färbung geht nicht in Alkohol verloren und erhält sich auch nach Färbung mit Alauncarmin und Einschliessung in Canadabalsam: Ekto- und Entoderm sind dann roth, Mesenchym blau.

II. Spätere Stadien.

1. Regeneration.

(1) Regeneration des Larvenskeletes.

Das Skelet der Echinidenlarven kann durch Einleitung von CO_2 in das umgebende Seewasser (nach Herbst) ohne Tödtung der Larven aufgelöst werden.

Driesch††) verwendete dies zur Untersuchung des Skelet-Regenerationsvermögens von Larven des *Sphaerechinus granularis* auf verschiedenen Altersstufen. Die Kohlensäure wurde $^1/_2$ Minute durch das Seewasser geleitet.

1. Larven im Prismastadium mit grossem Dreistrahler jederseits ($2^1/_2$ ^{h} im CO_2-haltigen Wasser) bildeten das Skelet in etwa $^1/_3$ der Fälle annähernd normal neu, in $^1/_3$ nicht wieder, in dem restlichen $^1/_3$ meist beiderseits anormal, oder nur einerseits und normal, oder einerseits normal, einerseits anormal.

---

*) (299. p. 455 ff.)

**) p. 178—192.

***) Eismond, J., Ueber einige Fälle von anormaler Entwicklung der Eier bei *Toxopneustes lividus*. A. d. Bericht d. Reise n Roscoff i. J. 1891. — Arb. a. d. zootom. Labor. d. Univ. Warschau. Lief. I. Beilage.

†) (200.)

††) (171.)

2. Larven im Beginn der Armbildung ($1^3/_4{}^h$ CO_2) bildeten nur in etwa $^1/_8$ der Fälle ein annähernd normales Skelet, in weniger als $^1/_4$ keines wieder, hingegen in $^1/_4$ der Fälle allein ein beiderseits abnormales, in einem weiteren $^1/_4$ ein einerseits abnormales, im Rest das Skelet einseitig aus.

3. Vier Tage alte Pluteï ($1^1/_2{}^h$ CO_2) bildeten nie ein annähernd normales (oder einseitiges) Skelet wieder, in mehr als $^1/_2$ der Fälle gar keines, in etwa $^1/_4$ der Fälle ein einerseits abnormales, im Rest ein beiderseits abnormales aus.

Ob zwar die Larven früherer Stadien ihrem Aussehen nach wesentlich mehr durch die Skeletauflösung geschädigt wurden, als die Pluteï, und auch eine weit höhere Sterbeziffer aufwiesen (nur die Ueberlebenden sind in den angeführten Versuchen berücksichtigt), so sind sie also dennoch, falls sie überhaupt gesund überleben, zur Bildung eines annähernd normalen Ersatzskeletes besser befähigt, als letztere. „Und dieses Factum erscheint nicht unverständlich, wenn man erwägt, dass ja bei jenen früheren Stadien die Kalkbildner sich erst wenig von ihrem Ausgangsorte am Ektoderm entfernt haben, dass somit die Ersatzskeletbildung hier sich mehr in den normalen Bahnen bewegen kann, als bei älteren Objecten“ (Driesch*)).

(2) Regeneration des Imagos.

Carpenter beschrieb zuerst 1847**) *Echinus*-Stacheln, die anscheinend nach Verlust der Spitze reparirt worden waren, was durch durchsichtige Dünnschliffe bestätigt wurde. Kurz darauf wurde von Quekett***)†) ein Exemplar von *Echinus trigonarius* aufgefunden, dem offenbar durch den Biss eines starkzähnigen Fisches (*Scarus* oder *Sparus?*), dessen Spuren noch sonst sichtbar waren, eine grosse Anzahl von Stacheln entzweigebrochen und -geschnitten und dann conisch, aber noch nicht zu vollständiger Grösse, reparirt worden waren. Carpenter fand an Längsschnitten dieser und weiterer Fälle††), dass von der Verjüngungsstelle an, wo eine scharfe Demarcationslinie das Ende des alten Stumpfes angab, nur die äusseren Schichten sich mit differenzirter „Säulenstructur“ fortsetzten, während im Innern undifferenzirte Ablagerung, wie dieselbe für

*) p. 139.

**) Carpenter, W. B., Report on the Microscopic Structure of Shells, British Association 1847. § 115. fig. 65dd, ee.

***) Quekett, J., Histological Catalogue of the Museum of the Royal College of Surgeons. vol. I. p. 304. plate XV. fig. 18.

†) ——, Lectures on Histology, vol. II. pp. 229—231.

††) Carpenter, W. B., On the Reparation of the Spines of Echinida. The Monthly Microscopical Journal. 1. Mai 1870. (Sitzung der Royal Microscopical Society 9. März 1870.) vol. III. p. 225—228. pl. XLIX. (figs. 1—6.)

das ursprüngliche Skelet der Echinodermen im Allgemeinen charakteristisch sei*), ausschliesslich vorhanden war**).

Durch die innere Structur liess sich auch dort, wo die äussere Form fast vollständig erreicht schien, weitgehende Reparation (2 inches) nachweisen***). In *Acrocladia* zeigten Stacheln, die, unähnlich der cylindrischen oder keulenförmigen normalen Gestalt dieser Gattung, mehr conisch und zugespitzt waren †), die für Reparation charakteristische Structur (wobei das neue Wachsthum $1^1/_4$ inch lang war).

Im Gegensatz zu seiner früheren Ansicht, dass durch eine äussere Membran das Wachsthum der Echinidenstacheln vermittelt werde, konnte Carpenter in den Stacheln von *Echinus miliaris* und *Flemmingii* eine diffuse protoplasmatische Grundsubstanz nachweisen, während bei den complicirteren und grösseren Formen eine resistentere Schicht wahrscheinlich nur zwischen den alten und neuen Schichten vorhanden sein dürfte, woraus die Structur des Reparationsareales sich erklären würde.

v. Martens zeigte 1879 in einer Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin††) einen nach äusserer Verletzung verheilten Seeigel (*Psammechinus pulcherrimus*) vor.

Der Regenerationsprocess selbst ist von Prouho†††) an *Dorocidaris papillata* verfolgt worden. Wird ein grosses Areal der Decke verletzt, so bildet sich darunter eine Membran, die mit der äusseren Haut continuirlich ist und durch die „braunen Körperchen" gefärbt erscheint; der verletzte Theil wird allmählich abgestossen. Der Entwicklung einer „Radiola" geht stets die der schützenden secundären Stacheln voraus; die Erhebung, welche die Stellung der Radiole marquirt, enthält zahlreiche braune Körperchen und theilt sich bald in zwei Theile, Tuberkel und Stachel, während Ligamente, Muskeln und elastische Fasern, sowie der Nervenring erscheinen.

Das Mark und die mittlere Schicht sind früh differenzirt; aber die Rinde, welche das Halsband und die Spitze des Stachels bildet, erscheint spät. Dies bedingt die Resorption der Haut, die allmählich von unten aufwärts verschwindet; auf diese Art ist die Spitze des Stachels sein jüngster Theil (während bei den Pedicellarien das Umgekehrte der Fall ist). Ein wachsender Stachel wird abgebrochen, durch die um-

*) Carpenter, W. B., Microscope and its revelations. cap. XII.
Salter, J., On the Structure and Growth of the Tooth of *Echinus*. Philos. Trans. 1861.
Carpenter, W. B., On the Structure, Physiology and Development of *Antedon rosaceus*. Philos. Trans. 1866.

**) ———, On the Reparation etc. Monthly Microsc. Journal. 1. Mai 1870. vol. III. p. 225—228. pl. XLIX. (figs. 1—6.)

***) ———, p. 227. fig. 5.

†) fig. 3.

††) (437.)

†††) (556.)

gebende Haut reparirt; ein ausgewachsener Stachel, in der Nähe der Spitze abgebrochen, kann nicht reparirt werden; wird derselbe hingegen nahe der Basis abgebrochen, so wird der Rest abgeworfen und ein neuer Stachel entwickelt sich auf der alten Tuberkel.

(Ueber die weitgehende Regeneration der übrigen Echinodermen vgl. Seewalzen p. 423: Seesterne p. 655; Schlangensterne p. 877*).)

2. Abnormitäten.

(1) Formabnormitäten.

Bei den Echiniden sind eine ganze Reihe von Abnormitäten unerwiesenen Ursprunges bekannt, die sich vorwiegend auf die Anzahl einzelner Organe oder ganzer Radien beziehen. Die Literatur bis 1894 ist von Bateson**) zusammengestellt worden, der dieselben alle in seine Abtheilung der „Meristischen Variation, Radiale Serien" stellt und für sprungweise congentitale Variationen hält.

Er unterscheidet vier Classen:

1) Totale Variation von der 5strahligen zu einer 4strahligen Form.

2) Theilweise oder totale Abwesenheit eines bestimmten Ambulacrums oder Interambulacrums (unvollständig 5strahlige Form).

3) Totale Variation von der 5strahligen zu einer 6strahligen Form.

4) Unvollständige Verdoppelung eines Radius (also unvollständig 6strahlige Form.)

Seither sind noch Fälle (der 2. Classe) beschrieben worden***)†)††), ohne dass der Ursprung der Abnormitäten aufgeklärt worden wäre.

Dass solche schon früh in der Entwicklung vorhanden sein können, beweisen zwei von Prouho†††) beobachtete Fälle, wo 30 Tage alte Pluteï, der eine ein supplementäres Armpaar, der andere einen überzähligen Arm

*) Ueber Regeneration der Haarsterne: H. Przibram, Experim. Studien über Regeneration. Arch. f. Entwm. XI. 1901. (p. 334—340. tb. XIV.) Ferner das Referat desselben Autors: „Regeneration" in Asher-Spiro's Ergebnissen der Physiologie. I. 1902. Namentlich p. 92—93.

**) Bateson, W., Materials for the Study of Variation. London (Macmillan), 1894 p. 429: Pedicellariae of Echinoderms: *Dorocidaris papillata*. 4 statt 3 Zähne. fig. 129 (ferner Seesterne) und Cap. XVII. p. 432—447 (Variation der Radien. Echinoidea: 441—446)

***) Osborn, H. L., A Case of Variation in the Number of Ambulacral Systems of *Arbacia punctulata*. Amer. Naturalist. vol. 32. 1898. p. 259. fig.

†) Chadwick, H. C., Note on a tetramerous Specimen of *Echinus esculentus*. Trans. Liverpool. Biol. Soc. vol. 12. 1898. p. 288. tb. 17.

††) Tower, W. L., An Abnormal Clypeastroïd Echinoïd. Zool. Anz. XXIV. 1901. No. 640. p. 188—191.

†††) (557.)

aufwiesen; ob dies mit der definitiven Form nach der Metamorphose in irgend einem Zusammenhang steht, ist aber unbekannt.

Wenn die Abnormitäten nicht sprungweise congenitale Varietäten sind, so käme für ihren Ursprung Verlust und nachträgliche regenerative Processe (Formregulation: Classe 1; unvollständige Regeneration: Classe 2; Hyperregeneration: Classe 3 und 4) oder Verschmelzung in Betracht. Dass letztere selbst noch auf dem Pluteusstadium vorkommen kann, ist durch die oben erwähnten Experimente erwiesen; unbekannt ist wieder, wie sich die Metamorphose vollziehen würde.

Was den regenerativen Ursprung von Doppelbildungen anbelangt, so ist derselbe gegenwärtig bei vielen Thiergruppen nachgewiesen*). Für manche Echinodermen wurde derselbe sogar von Bateson**) zugegeben und ist in jüngster Zeit durch die Experimente von Helen Dean King bewiesen worden. Nicht nur können durch mediane Spaltung aus einer Armspitze von *Asterias vulgaris* zwei neue durch Regeneration der fehlenden Stücke entstehen***), sondern wenn ein verticaler Schnitt durch die Scheibe von der basalen Berührungsstelle zweier Arme bis in die Mundöffnung geführt wird, mögen auch ein oder zwei überzählige Arme aus der Scheibenwunde hervorsprossen (falls nicht die Schnittränder derselben sich vorzeitig vollkommen vereinigt haben†)).

(Ueber Abnormitäten der Holothurien vgl. p. 427, der Seesterne p. 737, der Schlangensterne p. 894.)

(2) Farbabnormitäten.

Boveri††) fand bei einem *Strongylocentrotus*-Weibchen ein völlig pigmentloses Ei, dessen Furchung durchaus typisch verlief.

(Ob die sehr seltenen albinotischen Echinodermen, z. B. *Cucumaria planci*, p. 427, aus albinotischen Eiern hervorgehen, und was die massgebenden Factoren des Albinismus sein mögen, ist unbekannt.)

(3. Transplantation.)

Transplantationsversuche an Seeigeln liegen nicht vor. Bei *Asterias vulgaris* gelang es H. D. King†††) bloss einmal unter 70 Versuchen, ein

*) vgl. des Referenten: „Regeneration" in d. Ergebnissen der Physiologie (Asher Spiro). I. p. 119. Ferner

Przibram, H., Experimentelle Studien über Regeneration. II. (Crustaceen.) 1. Die Reg. d. Dactylop. u. ihr. Beziehg. z. Doppelbild. Arch. f. Entwm. XIII. 1901/02. (p. 509.)

**) Bateson, 1894. p. 433.

***) King, Helen Dean, Regeneration in *Asterias vulgaris*. Arch. f. Entwm. VII. 1898. (p. 359. fig. 7, EF, 8.)

†) ——, Further Studies on Regeneration in *Asterias vulgaris*. Arch. f. Entwm. IX. 1899/1900. (p. 728—729. fig. 2, 3.)

††) (100. p. 161. Note.)

†††) H. D. King, Regeneration in *Asterias vulgaris*. Arch. f. Entwm. VII. 1898. fig. 7, AL.) (p. 355.)

zweiarmiges an ein dreiarmiges Stück von *Asterias vulgaris*, die durch Schnur aneinander gebunden waren, zur Verheilung zu bringen. In zwei Wochen war das Ektoderm continuirlich geworden, so dass die Fäden entfernt werden konnten. Das Thier lebte dann noch drei Wochen.

Ein bequemes Mittel zur Transplantation fand Przibram*) für *Antedon rosaceus*. Es genügt, die Scheiben zweier Exemplare abzuheben, was leicht möglich ist, und rasch umzutauschen: die Thiere schliessen die Cirrhen ihrer Arme wieder über der neuen Scheibe und pressen dieselbe so selbst an sich. In einer Woche ist die Verwachsung hergestellt. Werden verschiedenfarbige Exemplare gewählt, so lässt sich dann nach Amputation von Armspitzen zeigen, dass die regenerirenden Armspitzen von der Farbe nicht beeinflusst werden.

*) Przibram, H., Experimentelle Studien über Regeneration. Arch. f. Entwm. XI. 1901. (p. 339. tb. XIV.)

E. Allgemeine Biologie.

1. Aufenthalt. Ortsbewegung. Bohrvermögen.

Mit Vorliebe leben die ausschliesslich die Meere bewohnenden Seeigel an felsigen Küsten, auf Korallenriffen. Hier kommen sie dann oft in grossen Mengen, gesellig, vor. *Strongylocentrotus lividus* und *Echinus microtuberculatus* wandern im Frühjahr in grösserer Zahl auf die Steindämme im Golf von Triest, wo sie in Gruppen vereint sitzen. Später zerstreuen sie sich wieder, um ihr Dasein vereinzelt, mehr in der Tiefe, zu führen (Gräffe 247). *Sphaerechinus granularis* lebt an den steinigen, zum Theil auch felsigen Küsten der Adria, zwischen Steinblöcken, und ist deshalb schwierig zu fangen.

Seeigel bevölkern das Meer von der Küste, vom Ebbestrand, bis in Tiefen von 5000 Meter und darunter. Bis in solche Tiefen hinab steigen die Echinothuriden, deren Vertreter aber auch die Küstenzone bevölkern, während die Pourtalesien nur in grossen Tiefen leben.

Die Spatangen leben mehr an sandigen Stellen, wo sie sich in grosser Zahl bei einander an ausgetieften Stellen aufhalten. Sie bevorzugen nach Hoffmann (310) solche ausgetiefte Stellen, wo sich Steine angesammelt haben.

Als Bewegungsorgane dienen in erster Linie die Ambulacralfüsschen. Mit ihrer Hilfe kann der Seeigel sich an den steilsten Wänden fortbewegen. In den Aquarien bewegen sie sich an den Glaswänden fort, indem sie sich mit einem Theil der Saugfüsschen festsaugen, dann wieder loslassen, um sich mit den anderen anzuheften. Bei der Bewegung werden sie durch ihre Stacheln unterstützt, die sie besonders auf horizontalem Boden wie Stelzen gebrauchen.

Von einer grösseren Anzahl von Seeigeln ist bekannt geworden, dass sie in besonderen Wohnstätten hausen, die im Gestein oder im Sand angebracht worden sind. Wohl die erste Erwähnung von Seeigeln, die in Höhlungen der Korallenriffe des ostindischen Meeres leben, gab Rumphius in seiner Amboinschen Rariteitkamer, 1705, p. 31. Die Thiere, die er für *Echinus saxatilis* hielt, sassen so fest in ihren Löchern, dass sie schwer herauszunehmen waren.

Der zweite Forscher, welcher über Höhlungen und Löcher berichtet, in denen er Seeigel lebend fand, ist Bennett (86) gewesen. Er beschreibt von der Westküste der Grafschaft Clare in Irland in einem Felsstück, das

ihm übergeben worden war, zahlreiche Höhlungen, in denen eine bestimmte Echinusart, *Echinus saxatilis L.*, sass. Diese Höhlungen waren wie die Seeigel geformt, so dass sie nur zuliessen, dass sich die Thiere in ihnen ein wenig erheben konnten, während das Herauskommen schwierig war. Weiter theilt er mit, dass nach der Aussage des Finders an den Felsen, die sich von der Mündung des Shannon nordwärts bis zu den Inseln von Arran erstrecken, und zwar auf deren Rändern, Tausende von Seeigeln in Löchern leben, die sie selbst gebohrt haben. Diese Löcher liegen dicht eins an dem anderen. Während der Ebbe sind die Ränder der Klippen betretbar, so dass der Nutzen, den diese in Höhlungen wohnenden Seeigel vor frei lebenden haben, ohne Weiteres auffällt.

Trevelyan (646) berichtet in einer kurzen Notiz über *E. lividus* aus Kilkee an der Küste von Clare (Irland), den er bald in Höhlungen, bald in leeren Muschelschalen fand. Er glaubt, dass sich die Thiere instinctiv Verstecke suchen, diese aber sich nicht selbst bohren, sondern die vorhandenen nur glätten oder vertiefen. Die Funde von in Löchern wohnenden Seeigeln häufen sich nun. Robert (573) beschreibt aus der Bai von Douarnenez (Bretagne) bohrende Seeigel im Sandstein, von denen er annimmt, dass sie mit Hilfe ihrer stark abgenutzten seitlichen und unteren Stacheln die Höhlungen selbst gegraben haben im Verhältniss zu ihrem Wachsthum.

Eine weitere Notiz findet sich bei Lory, der im Granit der Küsten der Bretagne bohrende *E. lividus* fand. In kleinen, während der Ebbe mit Wasser gefüllten Vertiefungen von 30—40 cm Tiefe sah er 6—7 cm tiefe Löcher von der Gestalt eines Fingerhutes, die von Seeigeln bewohnt waren. Unter tausend Thieren fand er nur einen einzigen ausserhalb eines Loches. Im Golf von Ajaccio traf er dieselbe Art, aber nicht bohrend, sondern höchstens in natürlichen Höhlungen sitzend. Valenciennes (666) versuchte auf Grund der Beobachtungen von Robert und Lory den bohrenden *E. lividus* der Küste von Bretagne als besondere Art von dem mittelländischen *E. lividus* zu trennen. Für die atlantische Form schlug er den Namen *Echinus tenebrans* vor.

Die ersten grundlegenden Beobachtungen über bohrende Seeigel verdanken wir Caillaud (112, 113), der sie in zwei Abhandlungen niederlegte. Sie beziehen sich auf *E. lividus* und *E. miliaris*. Letztere Art war in Löchern im Kalk von Four, bei Croisic, erstere im harten silurischen, eisenhaltigen Sandstein und Granit an der Küste östlich von Douarnenez bei Grabinek eingegraben. Die 30—50 cm tiefen Löcher waren voneinander nur durch dünne Wände geschieden, und diese selbst waren wieder von jungen Thieren durchbohrt. Die Löcher sind meist in horizontalen Gestein, selten in vertikalen Felsen angebracht. Nach den Beobachtungen Caillaud's schaffen sich die Seeigel ihre Löcher vermittels der Zähne ihres Kauapparates, welche eine stossende Bewegung auf den Stein ausüben. Dabei sollen die Zähne zusammen, nicht jeder einzelne für sich, in Wirkung treten.

Die bis zum Jahre 1864 beschriebenen Fälle finden sich bei P. Fischer (216) zusammengestellt, der sich den Beobachtungen von Caillaud anschliesst. Auch nach seiner Ansicht bohren die genannten Arten nur da, wo Ebbe und Fluth sie dazu nöthigen. Im Mittelmeer, wo diese fehlen, fällt auch die Nothwendigkeit fort, sich besondere Schutzlöcher zu bohren. Zu derselben Meinung war auch de Serres (609, 610) gelangt.

Nach einer Mittheilung von Hesse (307) bohren *E. lividus* und *E. miliaris* auch Austernschalen an, deren Kalk sie aufzunehmen scheinen. Nach Möbius (463) leben *Heterocentrotus trigonarius* und *Heterocentrotus mammillatus* auf Mauritius in der Nähe der Aussenkante eines Dammriffes in runden Vertiefungen, in denen sie vor der Brandung geschützt werden. Möbius schreibt den Stacheln die Wirkung von Bohrern zu. Die Tiefe der Wohnhöhlen ist ungefähr der Höhe ihres bestachelten Körpers gleich, und deren Durchmesser so gross, dass sich der Seeigel darin herumdrehen kann. Die Oeffnung der Höhle ist aber enger als ihr grösster Umfang, so dass man die Oeffnung mit einem Meissel erweitern muss, wenn man ein Thier aus der Höhle heben will. Von grosser Wichtigkeit sind die Beobachtungen von Möbius über die Art der Bereitung der Höhlen. Dies geschieht mit Hilfe ihrer langen, dreiseitigen Stacheln und der langen, zweiseitigen Stacheln an der Mundseite. Die dreiseitigen Stacheln haben an ihren Enden drei gebogene Endkanten, die zweiseitigen nur eine; diese sind fein gezähnelt, weil in ihnen die feinen Längsriefen der Stacheln auslaufen. Inolge dieser Structur wirken die bewegten Stacheln auf dem Riffkalk wie Bohrer. Die jungen Thiere, die sich auf dem Riffe niedergelassen haben, fangen an zu bohren. Je tiefer die Höhlung wird, je mehr dreikantige Stacheln des Ambitus sich am Bohren betheiligen. In seiner Höhle soll der Seeigel zeitlebens eingeschlossen bleiben, und seine Nahrung soll er durch das über ihn hinströmende Wasser in Gestalt von organischen Stoffen erhalten.

In einer längeren Abhandlung beantwortet John (328) die Frage über die Entstehung der Wohnlöcher der Seeigel auf Grund von eigenen Untersuchungen von Material, das von Lavaklippen der Azoreninsel San Miguel stammt, folgendermassen.

Die Seeigel, welche auf den Lavafelsen lebten und sämmtlich in Höhlen sassen, sind *Arbacia pustulosa* Gray, *Strongylocentrotus lividus* Brandt, *Sphaerechinus granularis* Ag. Die Höhlen haben eine ungefähr halbkugelige Form und liegen dicht nebeneinander. Die Thiere sind nur mit Mühe aus ihnen zu entfernen und berühren mit ihren Stacheln die Unebenheiten der Höhle derart, dass sie von der Flut nicht herausgeschlagen werden können. Die Innenfläche der Höhlen ist mit Kalkalgen überzogen, wie das auch von den oben genannten Autoren angegeben wurde. Irgend ein Einfluss auf die Bildung der Höhlen kommt den Algen nicht zu. Diese geschieht vielmehr durch das Bohren seitens der

Zähne und der Stacheln, wobei die ersteren den Hauptantheil an der Vertiefung der Löcher haben, während die Stacheln insofern mitwirken sollen, als der Seeigel beim Bohren eine rotirende Bewegung einnehme. Letzteres ist aber nur eine Vermuthung Johns. Dass die Seeigel durch das Einbohren einen Schutz vor dem bewegten Meere erhalten, nimmt auch er an.

Die Zahl der in Gesteinshöhlen wohnenden regulären Seeigel ist durch Agassiz (8, 23) vermehrt worden. Er beschreibt in seiner Revision of Echini *Strongylocentrotus purpuratus* von der Küste von Californien, *Echinometra* van Brunti aus Panama, *Cidaris Thouarsii* ebendaher, eine *Cidaris sp.* aus Florida und eine *Echinometra* auf dem Korallenriff (Suava Reef Flates). — Bell gab von *Echinometra lucunter* an, dass diese Art in dem Küstengestein der Christmas-Inseln in selbstgebohrten Höhlen lebe.

Von irregulären Seeigeln ist es bekannt geworden, dass sich einzelne Herzigel, wie *Amphidotus cordatus* Penn., in den Sand einbohren. Nach Robertson (574) sitzen die Thiere im Meeressande in Löchern, die durch einen 15—20 cm langen, federkielstarken Canal, der mit einer schleimigen Masse ausgekleidet ist, mit dem Meerwasser in Verbindung stehen. Durch den langen Canal soll der Seeigel seine lang ausstreckbaren Ambulacralfüsschen strecken, um kleine Nahrungstheilchen zu erlangen. — Osler (516a) schildert, wie die Spatangen mit ihren feinen Stacheln sich in den Sand eingraben.

2. Nahrungserwerb. Schutz- und Trutzmittel.

Die Nahrung der verschiedenen Echinoideen-Gruppen ist, wie aus den einzelnen Beobachtungen hervorgeht, sehr verschiedenartig.

Die Nahrung der Seeigel mit Kauapparat besteht in Mollusken, Krebsen, Würmern, die sie mit Hilfe der Zähne anfressen.

Nach Agassiz, Fewkes, Cuénot u. A. nähren sich die Seeigel von Algen, so *Strongylocentrotus, Echinus* u. A., während *Dorocidaris papillata* sich von animalischen Substanzen, wie Spongien, Fischen, Anneliden, Crustaceen ernährt, wie Prouho (557) beobachtete.

Noll (508) beobachtete an einem im Zimmeraquarium gehaltenen *Echinus microtuberculatus*, dass er die Diatomeenrasen auf Muschelschalen und die Palmellen am Glase abschabte und sich von Spongien nährte.

Die zahnlosen Formen leben von den organischen Stoffen, die, mit dem Sand und Schlamm in die Mundöffnung aufgenommen, den Darm oft prall anfüllen. Der Darmcanal der Spatangen, der fast immer mit Sand strotzend gefüllt ist, barg Ueberreste von Weichthieren, Krebsen, anderen Echinodermen, Diatomeen u. s. w., die durch die löffelartig ausgehöhlte Unterlippe, die stark hervorragt und bei der Bewegung wie eine Art Pflug wirkt, mit dem Sande in die Mundöffnung hineingetrieben werden. Der Inhalt des Darmcanals beträgt nach Hoffmann (310)

ungefähr die Hälfte des Gewichtes des ganzen Thieres, während der Darm selbst noch kein Sechzigstel des ganzen Thieres wiegt.

Beim Nahrungserwerb sollen einzelne Seeigel das Bestreben haben, sich zu maskiren. So berichtet Dohrn*) von *Toxopneustes brevispinosus*, dass er im Aquarium selten ein Exemplar fand, dass nicht auf der aboralen Seite eine Anzahl von Muschelschalen mittels seiner Saugfüsschen festhielt. Es kann sogar vorkommen, dass ein *Toxopneustes* mit so viel Muschelschalen besetzt ist, dass von dem Thiere selbst gar nichts mehr zu sehen ist. Auf ein Exemplar von zwei Zoll Durchmesser kamen 26 Muschelschalen, jede von 1 Zoll Länge und $^1/_2$ Zoll Breite. Bei der Fortbewegung gleicht ein solches Thier einem Haufen Muscheln. Dohrn ist der Meinung, dass der Seeigel bei seinem Angriff auf andere Thiere, wie Krebse, sich zu verstecken suche und aus diesem Grunde sich mit Muschelschalen bedecke, die andererseits auch als Schutz dienen.

Auch Simroth**) beobachtete, dass die in selbstgebohrten Löchern sitzenden *Toxopneustes lividus* der Azoren mittels ihrer Füsschen ihren Rücken mit Muschelschalen bedecken. Es werden mit Vorliebe Patellen verwendet, die so gehalten werden, dass sie die Oeffnung der Höhlen, in denen sie sitzen, annähernd bedecken und nur rings einen Spalt frei lassen. Simroth betont, dass man in diesem Falle nicht an Mimicry denken dürfe, vielmehr scheine die eigenthümliche Haltung der Patellenschale den Zweck zu haben ein Schutzdach gegen die Wellen abzugeben, vielleicht mit der Nebenaufgabe, was von organischen Partikeln durch die anstürmende Brandung in die Höhle geworfen wird, durch die zurückweichende nicht wieder entreissen zu lassen, sondern nach Möglichkeit unter dem Schirm festzuhalten, bis es das Thier ergreift.

Von einzelnen Seeigeln ist beobachtet worden, dass sie ungemein gefrässig sind, so berichtet Dohrn von *Toxopneustes brevispinosus*, einer Art von etwa 2 Zoll Durchmesser, dass sie mit Vorliebe sich von *Squilla mantis* ernähre, die trotz ihrer Grösse nicht im Stande ist, dem Seeigel zu entkommen. Zunächst heftet der Seeigel, in die Nähe der *Squilla* gelangt, einige Saugfüsschen auf irgend einen Körpertheil von ihr. Während aber der Krebs fliehen will, setzt der Seeigel immer neue seiner Saugfüsschen auf dem Panzer des Krebses fest, bis dieser ganz von ihnen bedeckt wird. Indem sich der Seeigel mit dem einen Theil seiner Füsschen an seiner Unterlage festhält, bringt er mit den übrigen die *Squilla* in die Nähe seiner Mundöffnung und beginnt sie aufzufressen, was mehrere Tage dauert. Ein *Toxopneustes* ist im Stande, eine *Squilla* von 6 Zoll Länge zu fangen.

---

*) Dohrn, Anton, Mittheilungen aus und über die zoologische Station von Neapel. Offenes Sendschreiben an Prof. C. Th. von Siebold. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25, 1875, p. 457—480.

**) Simroth, H., Zur Kenntniss der Azorenfauna. Arch. f. Naturgesch. Jg. 54, Bd. 1, 1888, S. 179—234.

Nach Gräffe (247) bedecken sich die Seeigel in den Aquarien gern mit Algen und Steinchen, Muschelschalen u. s. w., um, wie er sagt, unter dieser Maske heranschleichend, viel beweglichere Thiere, wie kleine Fische, Crustaceen durch Ueberraschung im Winkel einzuschliessen und zu erbeuten. Sie begnügen sich übrigens auch mit Leichen anderer Seethiere.

Ueber die Function der Seeigelstacheln sind viele Beobachtungen angestellt. In erster Linie dienen die Stacheln zum Schutz. Eine besondere Bedeutung beansprucht die kurze hierher gehörige Notiz von Kükenthal (Abhandl. Senckenberg. Ges. Frankfurt. Bd. 25, 1898), der berichtet, dass er durch einen der nadeldünnen, schwarzen Stacheln von *Diadema setosum* Gray, den er sich beim Anfassen in den Finger einbohrte, eine heftig schmerzende Wunde erhielt, die einen starken Fieberanfall zur Folge hatte. Nach Döderlein (156) meiden die Taucher in der Nähe der Liu-Kiu Insel Amami-Oshima die Orte, wo diese Art lebt.

Weiter dienen nach Eisig's (199) Beobachtungen die Stacheln bei der Nahrungsaufnahme als Greifwerkzeuge. Auf einen *Echinus lividus*, der mit seinen Saugfüsschen an der Scheibe eines Bassins angeheftet war, liess er einen Wurm fallen. Kaum hatte der Wurm den *Echinus*-Körper berührt, so bewegten sich mehrere seiner Stacheln so gegeneinander, dass sie mit den Spitzen die Beute festhielten. Bald darauf begann ein Spiel aller derjenigen Stacheln, die ihre Lage in dem Meridiane hatten, welcher von der den Wurm festhaltenden Stachelgruppe zur Mundscheibe verlief, und zwar derart, dass sich je eine den Wurm festhaltende Stachelgruppe gegen die der Mundöffnung näher gelegene hinneigte, dieser letzteren ihr halbwegs entgegenkommenden Gruppe den Wurm zur Weiterbeförderung übergab und so fort, bis schliesslich die Beute von dem inzwischen geöffneten Munde aufgenommen wurde. Die Stacheln bilden aber auch insofern für den Seeigel einen Schutz, als sie die Schale vor Zertrümmerung schützen und Stösse von Steinen und dergleichen auffangen.

3. Feinde. Mimicry.

Nach Gräffe's (247) Beobachtungen scheinen die erwachsenen Echinodermen keine Feinde zu haben. Nur im Larvenzustande dienen sie zahlreichen Seethieren zur Nahrung. Hiergegen sprechen die Angaben von Eisig.

Eisig sah, dass grössere Individuen von *Astropecten* und *Asteracanthion* Seeigel trotz ihrer Stacheln in toto verschlingen, und dass sie selbst von Fischen angegriffen werden. So beobachtete er, wie ein *Crenilabrus* lange Zeit mit dem Maule gegen einen zur Gattung *Toxopneustes* gehörigen, auf dem Boden eines Bassins hinkriechenden Seeigel stiess. Zuletzt kam der Seeigel auf den Rücken zu liegen, und nun

führte sein Angreifer 3—4 wohlgezielte Stösse auf die ihm zugekehrte, von Stacheln freie Mundplatte, bis diese platzte und so die Eingeweide freilagen. Auch der gefrässige *Julis* greift kleine Seeigel in einer der eben geschilderten ähnlichen Weise an.

Dass die Seeigel als Nahrung für Fische dienen, geht aus vielen Beobachtungen über den Mageninhalt von Seefischen hervor. So fand Smith*) Reste von *Echinocyamus* und *Echinus* in *Gadus aeglefinus*, Sauvage**) von *Echinus miliaris* in *Trigla gurnardus* und *Platessa vulgaris*, von *Echinocyamus pusillus* in *Platessa vulgaris*, *Rhombus laevis*, *Rh. maximus* und *Solea vulgaris*.

Als Nahrung von *Cestracion* erwähnt Seeigel Saville-Kent (The Naturalist in Australia, London 1897). Diese Liste könnte um viele Beispiele verlängert werden, da fast jährlich neue Angaben über den Mageninhalt von Seefischen erscheinen und Reste von Echinoideen in ihm ständig gefunden worden sind.

Mimicry. Fälle von Mimicry als Schutzvorrichtung sind bei den Seeigeln selten beobachtet worden, was vielleicht daraus zu erklären ist, dass sie wenig Feinde haben.

Döderlein (156, p. 75) erwähnt, dass *Cidaris metularia* Lam. an Korallenstöcken (Milleporen) in der Bucht von Naze auf Amami-Oshima in Farbe und in der ganzen Gestalt das Geäste der Milleporen so täuschend nachahmen, dass sie nur als ein Theil des Stockes erscheinen, auf dem sie leben.

4. Phosphoresciren.

Döderlein (156) sah an Exemplaren von *Diadema setosum* Gray, die frisch aus dem Wasser genommen wurden, ein prächtiges Posphoresciren. An fünf Meridianen der Schale (Mittellinie der Interambulacren?) zeigt sich ein unruhig zitternder leuchtender Streifen, bald verschwindend, bald hellglänzend, während in der Mitte jedes Meridians, an der Peripherie der Schale, ein Punkt ziemlich beständig in ruhigem, mildem Lichte leuchtet. Sonst ist über leuchtende Seeigel mir nichts bekannt geworden.

5. Missbildungen.

Bateson (54) stellte die verschiedenen bekannt gewordenen Varietäten und Missbildungen zusammen. Er theilt sie in 4 Gruppen. Zur ersten Gruppe gehören diejenigen Fälle, in denen anstatt der Grundzahl 5 die Zahl 4 in allen Theilen herrscht. Vierstrahlige Individuen wurden beschrieben von *Cidarites coronatus?* durch H. von Meyer (453a); von *Echinoconus* (*Galerites*) *subrotundus* durch Roberts (Geol. Mag. 1891, p. 116).

*) Smith, J. P., On de Food of Fishes. Rep. Fish. Board. Scotland. 1891. Vol. 9, P. 3, p. 222—242.

**) Sauvage, H. E., La nourriture de quelques poissons de Mer. Ann. Stat. aquicole Boulogne. 1892, p. 39—51.

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

62., 63. u. 64. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1903.



Das Exemplar von *Echinoconus* besass 4 Ambulacra und Interambulacra, die Apicalscheibe war quadratisch, mit 4 Basalia und 4 Radialia, deren jedes einen Porus trug. Von *Discoidea cylindrica* durch Cotteau (Pal. franç. 1862—1867, T. 7, p. 31); von *Amblypneustes sp.* durch Haacke (285); von *Arbacia punctulata* durch Osborn (516). Neben 4 regelmässig gebildeten Ambulacren und Interambulacren besass das Exemplar einen viertheiligen Zahnapparat, aber 5 Basalia und 4 Radialia. Farquhar (Notes on New Zealand Echinoderms. Tr. N. Zealand Inst. Vol. 27, p. 194—208) fand 4 strahlige *Evechinus chloroticus*, in Felsen bohrend.

Eine zweite Gruppe bilden die Individuen, bei denen ein Ambulacrum oder Interambulacrum theilweise oder gänzlich ausgefallen ist. Bei einem *Echinus melo* fand Philippi (539) auf der Afterseite nur 4 vollständig entwickelte Ambulacren und Interambulacren, 4 Radialia und 4 Basalia. Die Gestalt der Schale war nicht kugelförmig, sondern schief, indem der After nach hinten, der Mund nach vorn gerückt war; die beiden Seiten sind vollkommen symmetrisch. Auf der Mundseite sind 5 Ambulacralia ausgebildet. Das fünfte, das oben fehlt, bildet einen Buckel über dem Munde, der sich zwischen die beiden Hälften des einen Ambulacrums eindrängt.

Bell (59) schildert einen *Amblypneustes formosus* mit 4 Strahlen und unsymmetrischer Schale. Der obere Theil des linken vorderen Ambulacrums und die jederseits anstossende interambulacrale Plattenreihe fehlen. Das Apicalsystem besteht aus zehn Platten. Die beiden Basalia der abnormalen Felder sind klein, die Radialia zwischen ihnen breit.

Einen *Hemiaster batnensis*, welchem das linke hintere Ambulacrum und die dazu gehörigen Radialia fehlen, dessen Scheibe aber sonst von normaler Gestalt ist, ein anderes Individuum, dem das rechte vordere Ambulacrum und die dazu gehörigen Radiale und Basale fehlen, sowie einen *Hemiaster sp.* ohne linkes vorderes Ambulacrum mit 4 Radialia und nur 3 Basalia und irregulärer Schale schildert Gauthier (Compt. rend. de l'Assoc. pour l'av. des Sc. 1885, T. 13, p. 258).

Dönitz (160) beschreibt einen *Echinus sphaera*, dem das linke vordere Interambulacralfeld fehlt, so dass das vordere unpaare und das linke vordere Ambulacralfeld aneinander gerückt sind. In der Nähe des apicalen Poles ist auf eine kurze Strecke ein Rudiment des Interambulacrums erhalten. Die dem ausgefallenen Interambulacrum entsprechende Basalplatte ist kleiner als die übrigen und ohne Porus, die seitlichen Radialia hingegen ungemein breit und berühren sich gegenseitig.

Eine dritte Gruppe umfasst Thiere mit vollständiger Variation zu einer sechsstrahligen Form. Hierher gehört der von H. von Meyer (453a) beschriebene *Galerites albogalerus* Lam. (?) mit 6 symmetrischen Ambu-

lacren und Interambulacren, ein *Amblypneustes sp.* nach Haacke (285) ohne nähere Angaben.

Eine vierte Gruppe bilden Thiere mit unvollkommener Verdoppelung eines Radius. Stewart (625) schildert einen *Amblypneustes griseus* mit einem doppelten Ambulacrum und normalem Apicalsystem; Gauthier (237) einen *Hemiaster latigrunda* mit doppeltem rechten hinteren Ambulacrum, wobei jedoch die Ambulacren in der Mitte durch ein kleines interambulacrales Feld getrennt waren und nur in den peripheren Theilen sich berührten, mit 6 Radialia und 5 Basalia; Cotteau (Pal. franç. 1869, p. 150) einen *Hemiaster batnensis* mit doppeltem rechten vorderen Ambulacrum, wobei dieselben in ganzer Ausdehnung in Berührung waren.

6. Parasiten.

An Protozoen, die in Seeigeln schmarotzen, sind folgende Formen bekannt geworden. In der Leibeshöhle von *Echinocardium cordatum* fand Léger (373) *Lithocystis schneideri*. *Oikomonas echinorum* lebt nach Cuénot in *Echinus esculentus* (Boutan, Zoologie descriptive, Vol. 1, 1900). Gregarinen fand Cuénot (134) in *Echinocardium cordatum*.

Hoffmann (310) fand im Darm der Echiniden zahlreiche Infusorien, besonders *Infusoria ciliata*, die auch in der Flüssigkeit der Leibeshöhle, wie im Wassergefässsystem vorkommt. Ausserdem fand er im Darminhalt Bacillarien und Diatomaceen in grösseren Mengen.

An Würmern werden folgende Arten als parasitär erwähnt: Eine Turbellarie, *Syndesmis*, lebt im Darm von *Echinus sphaera*, *E. acutus* und *Strongylocentrotus lividus* (Cuénot, 137, und François, Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 103, 1886, p. 752). Sie wurde zuerst von Geddes (239) in der Leibeshöhle von *Echinus esculentus* gefunden.

Shipley (On some Parasites found in *Echinus esculentus* L. 1 Taf. Quart. Journ. Microsc. Sc., Vol. 44, N. Ser. 1901, p. 281—290) beschreibt einen *Syndesmis* als *S. echinorum*, der in der Leibeshöhle und im Darmcanal von *E. esculentus* lebte.

Leydig (Müller's Archiv., Jg. 1854, p. 291) traf in dem Darmcanal von *E. esculentus* Nematoden, die er zu der Gattung *Oncholaimus* stellte und als *O. echini* beschrieb. Einen grünen Nematoden erwähnte Silliman auf *E. esculentus*. Aus der Leibeshöhlenflüssigkeit desselben Seeigels beschreibt Shipley eine 6 cm lange Art, ohne Näheres über den Bau anzugeben.

Auf den Stacheln von *Dorocidaris papillata* aus dem östlichen Mittelländischen Meere und bei *Pelagosa* fand Marenzeller (434) selten gerade, meist U-förmig gebogene, zu zwei oder drei zusammengebackene Wurmröhren, die in ihrer soliden Zusammensetzung aus kleinen, festen Bestandtheilen des Grundes einen kleinen, bis 20 mm langen, 4 mm breiten Wurm verriethen, für den er die neue Gattung *Phalacrostemma* errichtet, *Ph. cidariophilum* n. sp.

Crustaceen: In *Echinus esculentus* fand Scott (Ann. Scott. Nat. Hist. 1896, p. 62) einen Copepoden, *Lichomolgus maximus;* im Rectum von *Strongylocentrotus albus* traf Meissner (445) *Pinnaxodes chilensis*, eine Krabbe. *Cypridina globosa*, ein Ostracode, wurde zahlreich auf *Toxopneustes droebachiensis* nahe den Stacheln am After von Lönnberg (388) gefunden. Giesbrecht (Die Asterocheriden des Golfes von Neapel. Monographieen d. Fauna Stat. Neapel 25, p. 199) führt folgende Copepoden als Parasiten von Seeigeln an: *Asterocheres echinicola* auf *Echinus esculentus; A. violaceus* auf *E. microtuberculatus; A. minutus* auf *Strongylocentrotus lividus* und *Sphaerechinus granularis*; *Lichomolgus* auf *Sphaerechinus granularis.*

Pionodesmodes, ein Copepode, bohrt sich in die Ventralseite der Schale von erwachsenen *Phormosoma uranus* und bildet Gallen nach Koehler (356).

Arete dorsalis, eine Garneele, lebt in der Mundgegend von *Echinometra lucunter* auf den Korallenriffen von Djibouti nach Coutière (Bull. Mus. Paris, T. 3, 1898, p. 367—371).

Mollusken: Bernard (Sur un Lamellibranche nouveau, commensal d'un Echinoderme. Compt. rend. Acad. Sc., T. 121, p. 569—571) beschreibt *Scioberetia australis* n. sp. als Mitesser in den Bruttaschen von *Tripylus excavatus.*

Furton*) hat wohl zuerst auf *Echinus esculentus* eine parasitische deckellose Schnecke gefunden, die er als *Phasianella stylifera* beschrieb. Diese Form wurde von Fleming**) zu der besonderen Gattung *Stylina* erhoben, die dann Broderip***) in *Stilifer* umtaufte.

Hupé fand einen *Stilifer* in gallenartigen Höhlen von Stacheln, und zwar lebten in ein und derselben Galle zwei Individuen und eine gewisse Anzahl von Embryonalschalen, so dass er auf Diöcie und Viviparität schliesst. Die an fossilen Cidaridenstacheln sich findenden ähnlichen Bildungen hält Hupé†) als von fossilen Schnecken hervorgebracht.

Weiter beschreibt Jeffreys††) Eier von *Stilifer* (*Eulima?*) auf *Echinus*, während Verrill†††) die Eier bis zum Velarstadium entwickelt sah. Sie waren gross, gelb und einzeln oder in Gruppen auf der Epidermis des Seeigels angeheftet.

---

*) Furton, Description of some new British Shells, accompanied by figures from the original Specimens. Zoological Journ. Vol. 2, 1825, p. 361.

**) Fleming, History of British Mollusca and their shells, T. 3, p. 225, 1853.

***) Broderip and Sowerby, Characters of new Species of Mollusca and Conchifera collected by Mr. Cuming. Proc. Zool. Soc. Vol. 2, 1832, p. 60.

†) Hupé, Observations d'un mode particulier de parasitisme offert par un mollusque gastéropode du genre Stilifer. Rev. et Mag. de Zool. Sér. 2, T. 12, 1860, p. 125—128.

††) Jeffreys, John Gryn, Remarks on Stilifer, a genus of quasiparasitic Molluscs. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. 14, 1864, p. 321—334.

†††) Verrill, Catalogue of Marine Mollusca added to the fauna of the New-England-region. Trans. of the Connecticut Acad. T. 5, 1882.

Schnecken der Gattung *Eulima*, die sich auf der Körperoberfläche von Seeigeln bewegen, beschreibt Jeffreys*). Sie sollen sich von den Excrementen des Seeigels ernähren.

Kükenthal (368) fand auf einer *Acrocladia* eine *Eulima*-ähnliche Schnecke, *Mucronalia eburnea* Deshayes (*Stylifer eburnea* Desh.). Die Thiere waren nicht frei beweglich, sondern sassen als echte Ektoparasiten, mit ihren Rüsseln die Schale durchbohrend, fest. Auf den Stacheln einer *Cidaride* aus Ternate traf Kükenthal *Hipponyx australis* Quoy, die frei, beweglich, von den Diatomeen, Foraminiferen und Kieselschwämmen lebt, die die Stacheln dieses Seeigels krustenartig überziehen.

Zwischen den Stacheln der Ventralseite von *Spatangus purpureus* lebt *Montacuta substriata* nach Grieg (Skrabninger i Vaagsfjorden og Ulvesund, ytre Nordfjord. Bergens Mus. Aarbog 1897, No. 16) und Allen (J. Mar. Biol. Ass. N. S. Vol. 5, 1899, p. 365—542). Ebenso wurde *Montacuta ferruginosa* auf *Echinocardium cordatum* von Allen und Todd (Fauna of Salcombe Estuary. J. Mar. Biol. Ass. Vol. 6, 1900, p. 151 bis 217) als Mitesser beobachtet.

Nach Coutière (Observations sur quelques animaux des récifs madréporiques de Djibouti. Bull. Mus. Paris 1898, p. 238—240) lebt ein kleiner Fisch, *Engraulis*, zwischen den Stacheln von *Diadema setosum* Schutz suchend und nährt sich von *Posidonia*.

7. Nutzen.

Hipponoe dient den Eingeborenen von Jamaica zur Nahrung, wie Clark (Zoological Jamaica. Nat. Sc. Vol. 13, 1898, p. 161—171) berichtet. Die Feuerländer verzehren nach den Angaben von Carbajal (La Patagonia. S. Benigno 1900) Seeigel und auch Seesterne in ungeheurer Menge. *Diadema saxatile* dient den Malayen nach Bedford (On Echinoderms from Singapore and Malacca. Proc. Zoolog. Soc. London 1900, p. 271—299) als Nahrung.

Nach Bordas (Recherches sur les organes de la génération de quelques Holothuries. Ann. Fac. Marseille. T. 9, 1899, p. 187—204) sind die Gonaden von Seesternen und Holothurien schmackhafter als die von *Strongylocentrotus lividus*. Gonaden werden in Californien nach China exportirt (Kellogg, The Hopkins seaside laboratory. American Natural. T. 33, p. 629—634).

Nach Döderlein (156) wird *Strongylocentrotus tuberculatus* Lam. von der Felsenküste von Enoshima gegessen, ebenso soll *Hipponoe variegata* Leske aus der Bucht von Naz auf Amami Oshima gegessen werden.

*) Jeffreys, John Gwyn, Remarks on Stilifer, a genus of quasiparasitic Molluscs. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. 14, 1864, p. 321—334.

In allen Fällen sind es die Geschlechtsorgane, die zur Nahrung dienen, besonders die Eierstöcke, die roh oder gekocht verzehrt werden und zur Zeit der Geschlechtsreife prall gefüllt sind. Bereits im Alterthume wurden die Seeigel als Leckerbissen verzehrt, wie das noch jetzt auch in den Mittelmeerländern geschieht. In Südfrankreich sollen nach Villeneuve 100000 Dutzende jährlich auf den Markt gebracht werden und einen Umsatz von 20000 Francs erzielen. In Corsica, Algerien und im Mittelmeer werden besonders *Echinus melo* und *microtuberculatus,* in der Provence *E. esculentus* und *granulosus,* bei Neapel und im adriatischen Meer *Strongylocentrotus lividus* (rizzo di mar, ancino masculo) gegessen.

F. Paläontologie.

Nach der gebräuchlichsten Eintheilung unterscheidet man zwei grosse Gruppen, die Paläechinoideen und die Euechinoideen, indem die Zahl der Plattenreihen zu Grunde gelegt wird. Die erste Gruppe umfasst die paläozoischen Vertreter, die vom Silur bis zur Trias reichen und sich dadurch charakterisiren, dass ihre Schale aus einer oder mehr als zwei Plattenreihen in jedem Interambulacrum, und zwei oder mehr Plattenreihen in jedem Ambulacrum sich zusammensetzt, während bei den Euechinoideen die Schale aus zehn ambulacralen und zehn interambulacralen Plattenreihen besteht. Einige wenige Ausnahmen sind gegen diese Eintheilung geltend gemacht worden. Unter den Paläechinoideen sind es die Gattungen *Tetracidaris* und *Tiarechinus*, von denen die erstere vier interambulacrale Plattenreihen besitzt, während die letztere drei interambulacrale und zwei ambulacrale Plattenreihen zeigt. Weiter aber hat Gregory hervorgehoben, dass diese Eintheilung verwandte Formen voneinander trennt und extrem divergirende Formen zusammenstellt (*Cidaris edwarsi* ist den Paläechinoiden näher verwandt als *Archaeocidaris* mit *Tiarechinus*). In Folge dessen kehrt er zur Eintheilung in Regulares und Irregulares zurück. Behält man die Eintheilung in Paläechinoideen und Euechinoideen bei, so muss man sich stets gewärtig halten, dass sämmtliche ältesten paläozoischen Seeigel Regulares sind.

Im unteren Silur treten die ersten drei Gattungen von Seeigeln auf, für deren jede eine Ordnung errichtet ist. Es sind die *Bothriocidarida* mit kugliger Schale, zwei Reihen ambulacraler und nur einer Reihe von interambulacralen Platten, die einfachsten Seeigel, die bekannt geworden sind. (Fig. 9, Taf. XVII.) Im oberen Silur folgt die Ordnung der *Cystocidarida*, deren regulär gebaute Schale biegsam ist. In den schmalen Ambulacren liegen vier durchbohrte Plattenreihen und zwei Reihen undurchbohrter Medianplättchen. In den breiten Interambulacren liegen zahlreiche, dünne, unregelmässig angeordnete Platten. Von der Gattung *Cystocidaris*, die mit Kiefergerüst versehen ist, glauben manche Forscher die regulären Euechinoideen ableiten zu sollen.

Eine dritte Gattung ist *Palaeechinus* (Fig. 10, Taf. XVII), kuglige Seeigel mit zwei schmalen Reihen von Platten in den Ambulacren, und vier bis sieben Reihen in den Interambulacren, die zu der Familie der *Melonitidae* gehört. Sie tritt im oberen Silur auf. Formen wie diese Gattung unterscheiden sich von den Euechinoideen nur durch die grössere Zahl der interambulacralen Plattenreihen, während bei anderen auch die Zahl der Ambulacralreihen zugenommen hat, wie bei *Melonites*, wo sechs bis zwölf Reihen von Porenplatten auftreten, die sich gegen den Scheitel auf vier bis zwei Reihen reduciren.

Im Devon treten auf die Familien der *Lepidocentridae*, *Melonitidae* und *Archaeocidaridae*, die in den Interambulacren, zuweilen auch in den Ambulacren, mehr als zwei Plattenreihen, insgesammt also mehr als 20 Plattenreihen zeigen. Sie sind aus Europa und Nordamerika bekannt, scheinen aber zu den selteneren Thieren gehört zu haben. Bis zur Trias lassen sich diese Familien, die in der Ordnung der Perischoechiniden zusammengefasst werden, verfolgen. In der Trias ist die Gattung *Tiarechinus* ihr letzter Vertreter. *Tiarechinus* besitzt Merkmale der Paläechinoideen und der später auftretenden Euechinoideen. Diese winzige Gattung zeigt eine starke Entwicklung des Scheitelapparates und eine starke Verwachsung der Schalenplatten.

Jedes Interambulacrum setzt sich nur aus vier Tafeln zusammen, von denen eine dem Munde zunächst liegt, über welcher drei weitere Tafeln folgen. (Fig. 11, Taf. XVII.) Es steht diese Gattung somit von den Seeigeln mit zweireihigen Zonen weit ab. Nach Al. Agassiz (21) ist diese Gattung ein alterthümlicher und embryonaler Typus, während Neumayr (Stämme des Thierreichs, Bd. 1, p. 367) diese Ansicht nur insofern gelten lassen will, als *Tiarechinus* in mesozoischer Zeit mitten in einer Gesellschaft von Euechinoideen in der Anordnung der Interambulacralplatten sich an die Paläechinoideen anschliesse. Die riesige Grösse des Scheitelapparates deutet aber sicher auf ein embryonales Verhalten hin. Nach Agassiz u. A. ist diese Gattung das Ueberbleibsel eines uralten Stammes, von dessen übrigen Formen wir keine Kenntniss mehr haben, der aber die vorsilurische Stammgruppe aller paläozoischen Seeigel sein soll.

Eine ähnliche Stellung als Bindeglied zwischen beiden Gruppen ist nach Neumayr *Tetracidaris* aus der unteren Kreide, die letzte Gattung der Paläechinoideen. Diese Gattung unterscheidet sich von echten Cidariden nur durch die Zahl der interambulacralen Platten, die am Scheitel mit zwei Reihen beginnen, sich aber dann verdoppeln.

Die ersten Euechinoideen, Regulares, treten vereinzelt im Zechstein, vielleicht schon im Kohlenkalk auf, *Eocidaris*. In der mesozoischen Zeit, in der Trias, treten sie an die Stelle der Paläechinoideen, die nur noch durch die zwei genannten Gattungen *Tiarechinus* und *Tetracidaris* vertreten werden. Die erste Familie der Euechinoideen, der mit

20 Plattenreihen ausgerüsteten Seeigel, ist die der *Cidaridae* (mit *Eocidaris*). Diese Familie bildet einen ungemein conservativen Typus, bis zur Jetztzeit. Während in der Trias die *Cidaridae* und die *Glyphostomata* (*Salenidae*, *Diadematidae*, *Echinidae*) noch mit wenigen Gattungen vertreten sind, nimmt ihre Zahl im Jura ungemein rasch zu. Diese Vermehrung tritt im unteren Oolith ein, während die Liaszeit noch wenige Vertreter zeigt.

Die Regulares leitet man von den *Perischoechinidae* ab und sieht diese als ihre Vorläufer und Ahnen an. Betrachtet doch Al. Aggasiz die *Paläechinidae* als persistente Jugendzustände der späteren einfachsten Gruppe der Regulares, der *Cidaridae*, indem er besonders auf die zahlreichen schuppenartigen Platten auf dem Mundfeld der *Cidaridae* und den grossen Umfang des Scheitels bei jungen Thieren hinweist.

Neben *Cidaridae* und *Glyphostomata*, die zu gleicher Zeit in der Trias erscheinen, folgen die *Echinothuridae* im mittleren Jura und in der Kreide. Diese Gruppe ist nach Zittel als atavistischer Rückschlag auf die paläozoischen Perischoechinoideen anzusehen. Während besonders unter den *Cidaridae* und *Salenidae* einzelne Gattungen, wie *Cidaris*, *Salenia, Rhabdocidaris* u. a. sich durch mehrere Formationen in ununterbrochener Folge, theilweise bis in die Jetztzeit, in einzelnen Vertretern erhalten haben, ist die Lebensdauer anderer nur sehr beschränkt gewesen. Die *Glyphostomata*, die im Gegensatz zu den *Cidaridae* eine grosse Umgestaltungsfähigkeit zeigen, dabei aber kurzlebige Gattungen hervorgebracht haben, gelten als differenzirtere und höher stehende Formen wie die Cidariden. Unter ihnen sind die *Echinidae* die complicirtesten und nehmen den höchsten Rang ein (Zittel). In derselben Reihenfolge treten sie in den verschiedensten Formationen auf: Die älteste Gruppe sind die *Diadematidae* (vom Zechstein bis zur Jetztzeit), dann folgen von den *Echinidae* die Oligopori (drei Porenpaare auf jeder Ambulacralplatte), welche vom Jura bis zur Kreide leben und durch die Polypori abgelöst werden, die vom Pliocän bis zur Jetztzeit leben. Letztere überwiegen an Zahl in der Tertiärzeit (*Echinidae* und *Echinometridae* die *Diadematidae* und wenigporigen Echiniden, die im Jura und der Kreidezeit dominirten, Zittel).

Im Lias Europas sind die ersten irregulären Seeigel gefunden worden; es sind von den *Cassidulidae* die Gattungen *Galeropygus*, *Hyboclypus* (ohne Kauapparat) und von den *Echinoconidae* die Gattung *Pygaster*. Von welchen Formen die irregulären Euechinoideen abzuleiten sind, ist noch sehr ungewiss und stehen die beiden Ansichten, welche sie von *Cystocidaris* aus dem unteren Silur, oder von den regulären Euechinoideen ableiten wollen, sich gegenüber. Im ersteren Falle müssten alle Zwischenglieder bis zum Lias verloren gegangen sein, was doch wohl wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die älteste Gattung *Pygaster* tritt ganz unvermittelt im Lias auf. Ihr folgen die übrigen *Echinoconidae* durch Jura und untere Kreide. In der oberen Kreide scheint

(nach Zittel, Handbuch der Paläontologie, Bd. 1) eine Spaltung eingetreten zu sein, indem die Gattung *Echinoconus* allmählich zu der alttertiären Familie der *Conoclypeidae* mit petaloiden Ambulacren führt, während die Gattung *Discoidea* mit schwach entwickelten inneren Radialsepten auf die *Clypeastridae* hinweist. Letztere sind in der obersten Kreide durch zwei kleine Gattungen (*Fibularia* und *Echinocyamus*) von embryonalem Gepräge vertreten und entwickeln erst im Eocän Gattungen mit ausgeprägt petaloiden Ambulacren. Die Hauptentwicklung der *Clypeastridae* (*Echinocyamus*, *Fibularia* u. a.) findet in der oberen Tertiärzeit statt; am jüngsten sind die Scutellinen, die im Miocän beginnen und in der Jetztzeit den grössten Formenreichthum zeigen.

Ist somit der Ursprung der Irregulären aus regulären Euechinoideen nicht genau festzustellen, so sprechen doch die Thatsachen der Embryologie für denselben, da die Jugendformen der Irregulären nach dem regulären Typus gebaut sind, indem die Mundöffnung noch im Centrum der Bauchfläche liegt, der After im Centrum des Scheitels, Ambulacren und Interambulacren ebenfalls nach dem regulären Typus gebaut sind, wie zuerst Al. Agassiz (17) für junge *Hemiaster cavernosus* nachgewiesen hat.

Nach Zittel (Grundzüge der Paläontologie, 1895) stehen die mit Kauapparat versehenen *Echinoconidae* den *Regulares* noch in vielfacher Hinsicht sehr nahe und sind aus ihnen durch Verlust des Kauapparates die *Cassidulidae* hervorgegangen, als deren weitere Ausbildung die *Holasteridae* (*Collyritidae* und *Ananchytidae*) und *Spatangidae* zu betrachten sind. Diese beiden Familien sind demnach zwei Entwicklungsstadien ein und desselben Typus, indem die *Holasteridae* als persistente Jugendformen der Spatangiden aufgefasst werden können, womit ihre geologische Aufeinanderfolge übereinstimmt. Erstere beginnen im Jura und erreichen ihre höchste Entwicklung in der oberen Kreide, während die *Spatangidae* in der unteren Kreide zuerst auftreten und in der Tertiär- und Quartärzeit den Höhepunkt ihrer Ausdehnung erreichen.

Nach Zittel kann man drei verschiedene Epochen erkennen, in denen eine ungewöhnlich energische Umprägung bei den Echinoideen stattgefunden hat. Die erste, durchgreifendste Umprägung fand zu Beginn der mesolithischen Zeit statt, wo die *Regulares* mit den *Cidaridae*, *Salenidae* und *Glyphostomata* an Stelle der *Palaeechinoideae* beginnen. Eine zweite, weniger kräftige Epoche liegt am Ende der Kreideformation, am Beginn der Tertiärzeit, wo an Stelle der in der Kreide herrschenden Tiefseeformen litorale Typen treten, die grossentheils noch heute leben. Die dritte Epoche ist an dem Beginn der mittleren Kreidezeit, in der Cenoman- und Turonstufe zu suchen, in der die *Clypeastridae* auftreten und die *Holasteridae* und *Spatangidae* sich stark entwickeln und unter den *Regulares* die Gattungen *Cidaris*, *Salenia*, *Goniopygus* u. a. hervorzuheben sind.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass die Seeigel bis zum Lias nur wenige Vertreter haben und in der paläozoischen Zeit noch ganz zurücktreten. Erst im Jura und in der Kreide erreichen die regulären Formen ihre höchste Zahl, während die Irregulären, die zuerst im Lias vereinzelt erschienen, sich immer zahlreicher einfinden. Im Eocän überragen sie die Regulären an Zahl, ein Verhältniss, das bis zur Jetztzeit andauert. Es lässt sich somit für die *Echinoidea* eine Zunahme ihres Formenreichthums, eine allmähliche Annäherung an die Jetztzeit und nach Zittel eine aufsteigende Entwicklung vom Unvollkommenen zum Vollkommneren, ein stetiger Fortschritt vom Niederen zum Höheren feststellen, vorausgesetzt, dass man mit Zittel die *Regulares* wegen ihres radiären Baues als tiefste, die Spatangiden wegen ihres ausgesprochen bilateralen Baues als höchste Stufe anzusehen sich entschliessen will, womit die Thatsachen der Anatomie sich meiner Ansicht nach nicht vereinen lassen; denn ein *Strongylocentrotus* oder ein *Centrostephanus* nimmt, was sein Nervensystem, Darmsystem, überhaupt seine sämmtlichen Organe anlangt, eine zum mindesten gleiche, wenn nicht höhere Stufe ein, als ein *Spatangus* mit allen Vereinfachungen in seiner Organisation.

Nachtrag.

Zu p. 1015. Hesse*) hat auf Grund der Mikrostructur der fossilen Echinoideenstacheln den Versuch unternommen, die structurellen Unterschiede systematisch zu verwerthen. Diese Abhandlung enthält umfassende Studien auch über die Stacheln lebender Seeigel, da der Verfasser zunächst von diesen ausgeht und die an ihnen gewonnenen Resultate seinen Untersuchungen der fossilen Arten zu Grunde legt. Nach Hesse's Terminologie gliedert sich das kalkige Skelet in eine periphere Zone, die Stachelwand, und in eine centrale Partie, die Stachelaxe. Die Stachelwand wird von streng radiärer Structur beherrscht. An ihrem Aufbau betheiligen sich als Skeletelemente a. Radiärsepta, b. Interseptalgebilde, zu denen sich c. bei einer Gruppe der Seeigelstacheln eine Deckschicht gesellen kann.

Die Radiärsepta besitzen eine sehr vielgestaltige Form, die sich ganz constant innerhalb gewisser Stachelgruppen wiederholt und deshalb ein ganz charakteristisches Kennzeichen für dieselben bildet. Hesse unterscheidet: 1) Lamellare Radialsepta als solche, die von ihrem

*) Erich Hesse, Die Mikrostructur der fossilen Echinoideenstacheln und deren systematische Bedeutung. 2 Taf. u. 8 Fig. Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. Beilageband 13, 1899—1901, p. 185—264.

axialen Rande bis zur Peripherie eine nur ausserordentlich schwache Verdickung zeigen (Hauptstacheln des *Cidaris*-Typus). — 2) Keilförmige Radiärsepta; diese haben durch allmähliche und gleichmässige Dickenzunahme in der Richtung nach der Peripherie die Gestalt schlanker Keile erhalten (*Echinus*, *Echinodiscus*, *Echinocardium*-Gruppe des *Spatangus*-Typus). Die peripheren Enden der Radiärsepta sind entweder geradlinig abgestutzt (*Strongylocentrotus lividus* und die *Echinocardium*-Gruppe des *Spatangus*-Typus), oder abgerundet, wie bei den Secundärstacheln des *Cidaris*-Typus, oder endlich dachfirstähnlich zugeschärft, wie bei *Echinodiscus*. — 3) Keil- bis fächerförmige Radiärsepta. Bei diesen besitzen die beiderseitigen Grenzflächen der sich peripher rasch und sehr beträchtlich verdickenden Radiärsepta entweder einen schwach concav geschwungenen Verlauf, so dass ihr Querschnitt beilähnliche Gestalt erhält (wie bei *Diadema*), oder diese Grenzflächen sind geradlinig, wodurch ein fächerförmiger Septenquerschnitt bedingt wird (wie bei *Brissus*). — 4) Keulen- oder birnenförmige Radiärsepta. Diese entstehen durch starke periphere Aufblähung, so dass im Querschnitt eine keulenförmige Gestalt erzeugt wird (*Clypeaster*-Typus, *Echinarachnius* und *Encope*, *Brissomorpha*-Gruppe des *Spatangus*-Typus). Die peripheren Enden können entweder nach schwacher Verjüngung geradlinig abgestutzt sein, oder sie sind zugerundet. Im ersteren Falle sind die Septen plump keulenförmig (*Clypeaster*-Typus), im letzteren schlank birnenförmig auf dem Querschnitt gestaltet (*Echinarachnius* und *Encope*, *Brissomorpha*-Gruppe des *Spatangus*-Typus). — 5) Kelchförmige Radiärsepta. Die Radiärsepta erleiden in der Mitte ihrer Radiärerstreckung eine starke Aufblähung, auf welche nach einer schwachen Einschnürung peripher eine fächerartige Verdickung folgt (*Centrostephanus* und *Metalia*). Die Erwartung, dass die Anzahl der Septen von der Fünfzahl beherrscht werde, hat sich nicht als richtig erwiesen.

Hesse unterscheidet weiter perforirte und imperforirte Radiärsepta. Bei ersteren sind die Löcher stumpf- bis langoval, wobei der grösste Durchmesser vertical steht. Sie sind bald auf die ganze Fläche der Septen vertheilt, bald auf ihre axiale Partie beschränkt. Beim *Cidaris*-Typus sind sie zu ausserordentlich regelmässigen, verticalen, alternirenden Reihen angeordnet, so dass die einzelnen Löcher im Quincunx zu einander stehen. Sobald sie nur auf die axiale Partie beschränkt sind, gruppiren sie sich zu wenigen Verticalreihen, und zwar zu zwei, ausserhalb deren sich noch eine dritte, äussere, aber nur lückenhafte Verticalreihe gesellen kann (*Clypeaster*-Typus), In nur einer einzigen, ganz axial gelegenen, also basalen Reihe finden sich Perforirungen nur bei Stacheln vom *Diadema*- und *Spatangus*-Typus. Innerhalb der meist sehr kräftigen peripheren Partien der Radiärsepta der Vertreter des *Echinus*-Typus können sich die die Septa röhrenförmig durchsetzenden Perforirungen gabeln, ja mehrfach theilen und wieder vereinigen, so dass sie zur Ausbildung anastomosirender Röhrensysteme führen können. Bei Stacheln, die eine

Axialscheide besitzen, münden die septal gelegenen Perforirungen der letzteren in diejenigen der Basalreihe des Radiärseptums. Im Längsschnitt erscheint diese Combination als eine birnenförmige, axiale Ausbuchtung des Radiärseptums, wie dies besonders regelmässig und deutlich beim *Spatangus*-Typus der Fall ist. Imperforirte, also solide Septen besitzen nur die Stacheln des *Scutellidae*-Typus.

Die Interseptalgebilde sind mit Ausnahme des *Spatangus*-Typus bei allen Stacheln vorhanden. Sie können die Form von Querbälkchen haben, die den Radiärsepten senkrecht aufgewachsen sind und stehen entweder in alternirenden Reihen regelmässig angeordnet (*Cidaris*-Typus) oder regellos (*Echinus*-Typus). Ziehen sie sich mehr in die Breite, so nennt sie Hesse Querleistchen oder Interseptalleistchen. Sie finden sich beim *Diadema*-, *Clypeaster*- und *Scutellidae*-Typus. Ihre Vertheilung beschränkt sich wesentlich auf die proximalen Hälften der Septen.

Bei den Stacheln des *Echinus*-Typus zeigt sich ein complicirterer Bau dieser Interseptalgebilde, indem die Räume zwischen den Septen von einem mehr weniger dichten spongiösen oder netzförmigen Gewebe von wurmförmigen Kalkfäden erfüllt werden. Dieses Gewebe ist entweder unregelmässig spongiös (*Echinus esculentus*, *Strongylocentrotus albus*), oder aber es zeigt eine mehr weniger scharf ausgeprägte bilaterale Symmetrie durch Bildung einer in der Medianebene des Interseptalfaches gelegenen Netzfläche, die durch horizontale Querbälkchen mit den beiderseitigen Radiärsepten in Verbindung steht (*Strongylocentrotus lividus*).

Die Deckschicht ist nur an den Hauptstacheln des *Cidaris*-Typus entwickelt. Sie ist eine homogene, den Stachel oberflächlich umhüllende Kalkschicht und wird von engen, peripher spitz auslaufenden Canälchen durchbohrt, die nach aussen als feine Poren münden. Diese Canälchen, die sich innerhalb der Deckschicht verzweigen und anastomosiren können, gehen von den Interseptalräumen aus.

Die Stachelaxe wird entweder gebildet von einem Röhrencomplex, einem spongiösen Gewebe, oder aber sie ist hohl (Axialcanal, Centralcanal) und kann dann von einer Axialscheide ausgekleidet sein. Der axiale Röhrencomplex wird von vertikal stehenden Röhren gebildet, die mit ihren Wandungen gegenseitig verschmolzen sind (*Cidaris*- und *Echinus*-Typus). Die Form der Axialröhren ist bald rundlich, oval oder unregelmässig polygonal. Dieser Röhrencomplex reicht meist höchstens bis zur Hälfte des Stacheldurchmessers, kann aber auch auf ein Minimum reducirt sein.

Das axiale spongiöse Gewebe, das in den Stacheln von *Echinarachnius* und *Encope* vorkommt, wird gebildet von einem unregelmässig weitmaschigen Netzwerk von runden Kalkfäden, die etwa die Hälfte des Stacheldurchmessers erfüllen. Der Axialcanal nimmt bei *Diadema* etwa zwei Fünftel, bei *Echinodiscus* etwa ein Drittel des Stacheldurchmessers in Anspruch. Die Axialscheide ist eine den axialen Hohlraum um-

spannende, den Radiärsepten zur Basis dienende Wand, die vom Hohlraum aus von horizontalen Canälchen durchbohrt wird. Bei geringer Entwicklung der Scheide verlaufen diese radiär, bei stärkerer können sie sich innerhalb derselben verästeln und miteinander verbinden. Diese Durchbohrungen der Axialscheide liegen theils septal und münden dann in die basalen Foramina der Radiärsepta, theils interseptal und führen dann direct in die Interseptalfächer.

Aus Hesse's Untersuchungen geht hervor, dass fast jede der einzelnen Familien der Echinoideen ihren eigenen mikrostructurellen Stacheltypus besitzt, und dass die histologischen Verhältnisse der Stacheln ein wichtiges systematisches Kennzeichen für die Familien und in gewissen Zügen von secundärer Werthigkeit oft sogar für die Gattungen, ja für einzelne Arten der Seeigel liefern. Innerhalb der Familientypen bleibt der Bauplan der Stacheln in ihrer gesammten geologischen Verbreitung vom Palaeozoicum oder Mesozoicum bis zur Jetztzeit, abgesehen von generischen oder selbst specifischen Modificationen, constant und ist in den paläozoischen Vorläufern der Euechiniden ebenso scharf ausgesprochen, wie bei den recenten Nachkommen. Es fehlen aber bestimmte Kennzeichen im Stachelskelet, die als durchgreifende systematische Unterscheidungsmerkmale der Hauptgruppen der Echinoideen betrachtet und benutzt werden könnten, da beispielsweise ein Axialcanal bei Regulären wie Irregulären sich findet. Hesse glaubt aber beweisen zu können, dass die stammesgeschichtliche Entwicklung zur Vereinfachung des Bauplanes der Stacheln geführt habe. Er unterscheidet sechs Typen im Bau der Stacheln, nämlich den Typus *Cidaris, Echinus, Diadema, Clypeaster, Scutellidae, Spatangus.*

Zu p. 1037. J. C. H. de Meijere (Vorläufige Beschreibung der neuen, durch die Siboga-Expedition gesammelten Echiniden. Tijdschr. d. Nederland. Dierk. Vereen. Ser. 2, Dl. 8, Afl. 1, p. 16) beobachtete gemmiforme Pedicellarien bei *Echinus armatus* n. sp., *Salmacis sphaeroides* L., *Temnopleurus toreumaticus* Klein, *Prionechinus forbesianus* Ag., *Pseudoboletia maculata* Trosch., *Boletia pileolus* Lam. Die beiden letztgenannten Arten besitzen deren zwei verschiedene Formen. Ausserdem finden sich hier an den Stielen noch Stieldrüsen.

Boletia pileolus Lam. besitzt überdies noch Globiferen, welche den von Hamann bei *Sphaerechinus* beschriebenen sehr ähnlich sind.

Sehr schöne Beispiele von Drüsenpedicellarien fand de Meijere noch bei den Aspidodiadematiden. Diese enthalten je drei Drüsensäckchen, deren Ausfuhrgänge nebeneinander am distalen Ende der Pedicellarie münden. An derselben Stelle findet sich hier noch ein kleines Köpfchen, welches noch deutlich erkennen lässt, dass wir es mit einer rudimentären ophiocephalen Pedicellarie zu thun haben, was mir auch

wohl bei den ähnlich aussehenden Drüsenpedicellarien von *Centrostephanus longispinus* der Fall zu sein scheint. Die Globiferen dieser Art, sowie auch die, welche de Meijere bei *Echinothrix diadema* L. und *Astropyga denudata* n. sp. beobachtete, unterscheiden sich von den eben erwähnten Gebilden fast nur durch das Fehlen des Köpfchens. Es spricht somit Vieles dafür, dass auch diese als aus ophiocephalen Pedicellarien hervorgegangen zu betrachten sind und also morphologisch von den Globiferen von *Sphaerechinus*, *Boletia* u. a. verschieden sind.

Zu p. 1160. Hjalmar Théel*) hat in einer kleinen, von drei Tafeln begleiteten Abhandlung einen Bericht über die Entwicklung von *Echinus miliaris* L. gegeben, aus welchem folgende wichtige Einzelheiten hier Platz finden mögen.

Während bei *Echinus esculentus* sich die Oeffnung der taschenförmigen Einstülpung (primary amniotic cavity) schliesst, bleibt sie bei *E. miliaris* lange offen und ist niemals vollständig geschlossen.

Nach der Anlage der fünf Primordialfüsschen, die alsbald rasch wachsen, bilden sich fünf interradiale Falten in der verdickten unteren Taschenwand, die mit den Füsschen alterniren. Sie nehmen die Gestalt von kleinen Bläschen an, die sich abplatten, ihre Ränder ausstrecken, um einander zu treffen. Endlich vereinigen sie sich und bilden so eine doppelte Membran. Auf diese Weise wird die primäre Amnionhöhle in zwei Theile getrennt, von denen der eine äussere und geräumigere die Primordialfüsschen aufnimmt und weiter als Amnionhöhle bezeichnet werden kann, während der innere, kleinere die erste Anlage der buccal cavity des künftigen *Echinus* (von Mac Bride Epineuralraum genannt) ist. An der Basis eines jeden Primordialfüsschens bildet sich von der buccal cavity aus eine kleinere Verlängerung, die eine Zeit lang mit der Amnionhöhle in Communication steht. Diese Verlängerungen sind die ersten Anlagen der Epineuralcanäle. Durch die Vereinigung der Ränder von je zweien der abgeplatteten Bläschen hat sich jedesmal ein dritter Hohlraum zwischen diesen gebildet, der eine interradial gelegene Oeffnung besitzt, die gerade an der Stelle liegt, wo sich die Falten der Bläschen hervorgewölbt haben. In Folge dessen besteht eine Verbindung zwischen der Ektodermeinstülpung und dem linken hinteren Cölom. Die doppelte Membran mit ihrem Hohlraum bildet die erste Anlage der Buccalmembran des künftigen *Echinus*. Aus ihr entstehen später die Mundöffnung und die Lippen.

Unterdessen ist die linke hintere Cölomblase rund um das Hydrocöl herumgewachsen, und seine Wandung hat beträchtlich an Dicke zuge-

*) Hjalmar Théel, Preliminary account of the development of Echinus miliaris L. M. 3 Doppeltafeln. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 28. 1902. Afd. 4. Nro. 7. 9 p.

nommen, da wo sie mit dem Hydrocöl und der Ektodermeinstülpung sich berührt. Schon in einem früheren Entwickelungsstadium sind Peripharyngealsinus und die übrigen Sinusbildungen entstanden in Gestalt von mehreren interradialen Faltungen des Cöloms. Diese Sinusbildungen senden Verlängerungen aus, die sich zwischen Hydrocöl und Ektodermscheibe einschieben. Aus diesen Verlängerungen entsteht das Perihämalsystem. Der Peripharyngealsinus scheint sich endlich durch eine Abschnürung vom Haupttheil des Cöloms zu trennen. Fünf weitere interradiale Ausstülpungen des linken hinteren Cöloms treten in die Höhlung der Buccalmembran ein und bilden eine Art von *peribuccal sinus*. Ueber die Entstehung des Nervensystems werden nur wenige belanglose Angaben gemacht.

Nachtrag zum Literaturverzeichniss.

(20 a) **Agassiz, A.**, et **Pourtalès**, Zoological Results of the Hassler Expedition: Echini, Crinoids and Corals. Ill. Cat. Mus. Comp. Zool. VIII. Cambridge, Mass. 1874. 4°.

(27 a) **Agassiz, L.**, Lettre adressée à M. Alexandre de Humbold. Comptes rendus Acad. Sc. Paris, T. 25, 1847, p. 679 u. Frorieps Notizen, Reihe 3, Bd. 5, 1848, p. 145—148.

(33 a) **Anderson, A. R. S.**, Natural History notes from H. M. Indian Marine survey steamer „Investigator". Ser. 2, No. 16. On the Echinoidea collected during the season 1893—1894. Journ. Asiatic Soc. Bengal. T. 63, 1894, p. 188—195.

(34 a) **Andrews, C. W.**, and andere (J. Bell), On the marine fauna of Christmas Island (Indian Ocean.) Proc. Zool. Soc. 1900, p. 115 ff.

(40 a) **Arango y Molina**, Radiados de la Ilsa de Cuba. An. R. Acad. de Cienc. etc. de Habana. Entrega CLX. p. 272—284. 1877. 8°.

(56 a) **Bedford, F. B.**, On Echinoderms from Singapur and Malacca. Proc. Zool. Soc. London 1900, p. 271—299, Taf. 21—24, Textfig.

(76 a) **Bell, J.**, Description of a new species of Euechinus. Ann. Mag. N. Hist. 1887, p. 403—405, Taf.

(76 b) **Bell, F. Jeffrey**, The Echinoderm Fauna of the Island of Ceylon. Sci. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) III. 1887. 4°.

(79 a) **Bell, J.**, On the Echinoderms collected by the S. S. „Fingal" in 1890 and by the S. S. „Harlequin" in 1891 off the West-Coast of Ireland. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) VII, p. 520—529, 3 Taf. 8°.

(83 a) —— Report on the collections of the Natural History made in the antarctic regions during the voyage of the „Southern Cross". London 1902. 8°.

(106 a) **Broan, R.**, Exhibit of Rotula rumphi from Sierra Leone. Proc. N. H. Soc. Glasgow (N. S.) II. 1890.

(107 a) **Brooks, W. K.**, Handbook of Invertebrate Zoology. Boston 1882.

(108 a) **Busch, W.**, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Seethiere. Berlin 1851.

(123 a) **Chadwick, H. C.**, Echinus. Liverpool Marine Biological Committee Memoirs III Liverpool 1900, 28 p., 5 Taf. 8°.

(124 a) **Chun, C.**, Aus den Tiefen des Weltmeeres. Schilderungen von der Deutschen Tiefsee-Expedition. 8°. Jena 1900. 2. Aufl. Jena 1902. (Abb. der von Döderlein bestimmten Seeigel.)

(129 a) **Colton, P.**, and **Garman, H.**, Some Notes on the Development of Arbacia punctulata. Studies from the biological Laboratory of John Hopkins University. Vol. 2. 1882.

(130 a) **Cori, C. J.**, und **Steuer, Adolf**, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 u. 1900. 1 Taf. Zool. Anz. Bd. 24, 1901, p. 111—116.

(150 a) **Derbés**, Formation de l'embryon chez l'oursin comestible. Ann. Sc. Nat. Ser. 3, B, T. 7, 1847.

(159 a) **Döderlein, L.**, Bericht über die von Herrn Prof. Semon bei Amboina und Thursday Island gesammelten Echinoidea. Semon, Forschungsreisen. Jena 1902. 4°. Jen. Denkschr. VIII, p. 685—726, Taf. 58—65.

(159 b) —— Diagnosen einiger von der Valdivia-Expedition gesammelten Seeigelarten aus dem indischen Ocean. Zool. Anz. 1901, p. 19—23.

(195 a) **Duncan, Peter Martin,** and **Sladen, W. Percy,** On the Echinoidea of the Mergui Archipelago. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XXI. 1888.

(195 a) **Duncan** and **Sladen,** Objections to the genera Pseudopygaulus, Trachyaster and Ditremaster: their species restored to Eolampas and Hemiaster. Ann. Mag. N. H. Vol. 21, 1888, p. 327—336.

(212 a) **Fewkes, J. W.,** Echinodermata of New England. Bull. Essex Inst. Salem, Mass. Bd. 23. 1891

(235 a) **Ganong, W. F.,** The Echinodermata of New Brunswick. Bull. N. H. Soc. New Brunswick VII, 1888. St. John, N. B. Nachtrag ebenda IX.

(238 a) **Gauthier, V.,** Contribution à l'étude des Échinides fossiles. Bull. Soc. géol. France (3) XXV, 1898, p. 831—841, Taf. 24.

(264 a) **Gregory, J. W.,** *Echinoidea* in „A treatise on zoology" edited by E. Ray Lankester. Part III, Echinoderma. 8°. London 1900. Zahlreiche Textfig.

(268 a) **Grieg, J. A.,** Oversigt over det nordlige Norges echinodermer. Bergens Mus. Aarb. 1902.

(306 a) **Hertwig, Oskar** und **Richard,** Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 19, N. F. Bd. 12, 1885, p. 121—165.

(315 a) **Hunter, S. J.,** On the Production of Artificial Parthenogenesis in Arbacia by the Use of Sea-water concentrated by evaporation. American Journ. Physiol., Vol. 6, No. 3, p. 177—180.

(357 a) **Koehler, R.,** Expedition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. „Belgica". Zoologie. Échinides et Ophiures. 4°. Anvers, 1901.

(357 b) —— Note préliminaire sur les Échinides, Ophiures et Crinoides recueillis en 1898 et 1899 par la Princesse Alice dans les régions arctiques. Bull. Soc. Zool. France. Anneé 1901, Taf. 26, No. 2, p. 98—103.

(367 a) **Krohn, A.,** Ueber einige niedere Thiere. M. Fig. Müllers Arch. f. Anat. u. Physiol. 1853.

(370 a) **Lambert, M. J.,** Étude sur quelques Échinides de l'Infra-Lias et du Lias. Bull. Soc. sci. histor. et nat. Yonne 53 vol. 1899.

(376 a) **Leydig,** Kleinere Mittheilungen zur thierischen Geweblehre. 2 Taf. Arch. f. Anat. u. Physiol. Jg. 1854, p. 296—348

(376 a) **Levinsen, G. M. R.,** Kara-Halvets Echinodermata. In „Dijmphna Togtets zoologisk-botaniske Udbytte". Kopenhagen 1886.

(392 a) **Loriol, P. de,** Notes pour servir à l'étude des Échinodermes:
Serie I. 1) in Recueil zoolog. Suisse 1884, I, No. 4.
2) in Recueil zoolog. Suisse 1887, IV, No. 3.
3) in Mém. soc. phys. et d'hist. nat. Genève 1890, Vol. suppl., No. 8.
4) in Revue Suisse Zool. II, 4. 1894.
5) in Mém. soc. phys. et d'hist. nat. Genève 1897, XXXII, 2, No. 9.
6) in Revue Suisse Zool. V, 2. 1897.
7) in Mém. soc. phys. et d'hist. nat. Genève 1899, XXXIII, 2, No. 1.
8) in Revue Suisse Zool. 1900, VIII.
9) Selbstständig erschienen. Genève Mai 1901.
10) Selbstständig erschienen. Genève 1902.
Serie II. 1) Selbstständig erschienen. Genève 1902.

(416 a) **Ludwig, Hubert,** Echinodermen des Beringsmeeres. Zool. Jahrb. I, 1886.

(423 a) **Mac Bride, E. W.,** The development of Echinus esculentus. Verhandl. 5. Internat. Zool. Congr. Berlin 1901. Berlin 1902, p. 693—697.

(434 a) **Marenzeller, E. von,** Phalacrostemma cidariophilum, eine neue Gattung und Art der Hermelliden. Anz. d. K. Akad. Wiss. Wien 1895. No. 18, p. 191—192.

(441 a) **De Meijere, J. C. H.,** Vorläufige Beschreibung der neuen, durch die Siboga-Expedition gesammelten Echiniden. Tijdschr. d. Nederland. Dierk. Vereen. Ser. 2, Dl. 8, Afl. 1, 1902. (16 S.).

(452 a) **Meyer, Hermann von,** Abweichung von der Fünfzahl bei Echinideen, nachgewiesen durch einen vierzähligen Cidariden und durch einen sechszähligen Galeriten. Nova Acta Caes. Leop. Vol. 18, 1836, p. 284—296. 1 Taf.

(475 a) **Mortensen, Th.,** The Danisch Ingolf-Expedition, IV, 1. Echinoidea. Part I. Kopenhagen 1903. 4⁰.

(499 a) **Müller, Johannes,** Ueber neue Echinodermen des Eifeler Kalkes. Abhandl. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1856, p. 258.

(504 a) **Neumayr, M.,** Die Stämme des Thierreichs. I. Wirbellose Thiere. Wien und Prag 1889. 8⁰.

(508 a) **Noll,** Mein Seewasser-Zimmeraquarium. Zoolog. Garten, Jg. 22, 1881, p. 137.

(516 a) **Osler, Edward,** On burrowing and boring marine animals. Philosoph. Trans. 1826, p. 342—347; Edinburgh Journ. Sc. 1827, p. 270—274.

(517 a) **Parra,** Descripcion de differentes piezas de Historia Natural. 75. Taf. Havanna 1787.

(536 a) **Pfeffer, G.,** Die niedere Thierwelt des antarktischen Ufergebietes. Ergebn. d. Deutsch. Polar-Expedition, Allg. Theil. Bd. II, 17, p. 455—574. Berlin 1890.

(537 a) — — Echinodermen von Ost-Spitzbergen, p. 100—127. Zool. Jahrb. Syst. 1894.

(539 a) **Philippi,** Beschreibung einiger neuer Echinodermen nebst kritischen Bemerkungen über einige weniger bekannte Arten. 1 Taf. Wiegmann's Arch. f. Naturgesch. Jg. 11, 1845, p. 344—359.

(539 b) **Philippi, R. A.,** Ueber die chilenischen Seeigel. Verh. Ver. Santiago 1892, II, 4, p. 246—247.

(543 a) **Pomel, A.,** Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie: Zoophytes: 2 Fasc. Échinodermes. 1. Livr. Paris 1885. 2. Livr. Paris 1887. 4⁰. — Die erste Lfg. nach Lambert und Gauthier (cf. Zool. Record Echinod. for 1899. London, sub No. 192, p. 26, und Ann. géol. univ. IV. p. 828, Paris 1888) erschien erst 1887 und enthält Neudrucke der „Revue des Échinodermes" (1869) und der „Classification méthodique et génerale des Échinides vivants et fossiles", Thèse doctorale, Paris 1883, sowie 4 Taf. (1869). Die zweite Lfg. erschien erst 1888.

(562 a) **Ramsay, E. P.,** Catalogue of the Echinodermata in the Australian Museum. Part 1: Echini, Desmosticha and Petalosticha. Sydney 1885. 8⁰.

(566 a) **Rathbun, R.,** Catalogue of the collection of recent Echini in the U. S. Nat. Mus. — Proc. U. S. Nat. Mus. IX. 1886 p. 255—293.

(612 a) **Shipley, Arthur E.,** On some Parasites found in Echinus esculentus L. 1 Taf. Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 44, N. S., p. 281—290.

(636 a) **Teuscher, R.,** Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Echiniden. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 10, 1876, p. 493.

(641 a) **Thomson, C. Wyville,** Notice of some Peculiarities in the Mode of Propagation of certain Echinoderms of the Southern Sea. 13 Fig. The Journ. of the Linnean Soc. Zool. Vol. 13, 1878, p. 55—79.

(678 a) **Viguier, C.,** L'hermaphroditisme et la parthénogénèse chez les Échinodermes. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 131, 1900, p. 63—66.

G. Systematik*)

von Dr. Maximilian Meissner,
Custos am Königl. zoolog. Museum in Berlin.

1. Geschichte des Systems.

Ueber die ersten Versuche, die Echinoideen in ein System zu bringen, ist schon bei der Geschichte der Klasse auf Seite 1002—1003 berichtet worden. Es seien hier nur die Namen von Klein, Leske und Linné wiederholt.

Im Jahre 1816 führt Lamarck in seiner „Histoire naturelle des animaux sans vertèbres" (Bd. II und III) folgende Gattungen an:

Scutella.
Clypeaster.
Fibularia.
Echinoneus.
Galerites.
Ananchites.
Spantangus.
Cassidulus.
Nucleolites.
Echinus.

Er giebt folgende Bestimmungstabelle für diese:

(1) Anus sous le bord, dans le disque inférieur, ou dans le bord.

* Bouche inférieure, toujours centrale.

Scutelle.
Clypéastre. } Ambulacres bornés.
Fibulaire.

Échinonée.
Galérite. } Ambulacres complets.

** Bouche inférieure, non centrale, mais rapprochée du bord.

Ananchite.
Spatangue.

---

*) Um Missverständnissen vorzubeugen, sei hier mitgetheilt, dass die folgenden Blätter nur eine Systematik der recenten Formen geben sollen. Die ausgestorbenen Seeigel sind nur insofern berücksichtigt, als durch sie das Verständniss für die systematische Eintheilung der lebenden *Echinoideen* unterstützt wird.

(2) Anus audessus du bord, et par conséquent dorsal.

(a) Anus dorsal, mais rapproché du bord.

Cassidule.
Nucléolite.

(b) Anus dorsal et vertical; test regulier.

Oursin.
Cidarite.

In der zweiten Auflage des Lamarck'schen Werkes (1840) entscheidet sich F. D. (ujardin) nach Besprechung der inzwischen von Gray, Blainville und L. Agassiz aufgestellten Systeme für das von L. Agassiz creirte, dem er im wesentlichen folgt. Diese Auftheilungen der genannten drei Autoren mögen hier vergleichshalber Platz finden:

Gray (250) zählt 1825 folgende natürliche Familien und Gattungen auf, die er in zwei grosse Sectionen zusammenfasst:

Section 1. Typische Gruppe: Körper kugelförmig. Mund central an der Unterseite; Kiefer conisch, hervorschiebbar, mit fünf spitzen Zähnen; After vertical auf der Rückenseite. Ambulacra vollständig, bilden Bänder vom Mund zum After.

Fam. 1. *Cidaridae:* *Cidaris*, *Diadema*, *Astropyga.*

Fam. 2. *Echinidae:* *Echinus*, *Echinometra.*

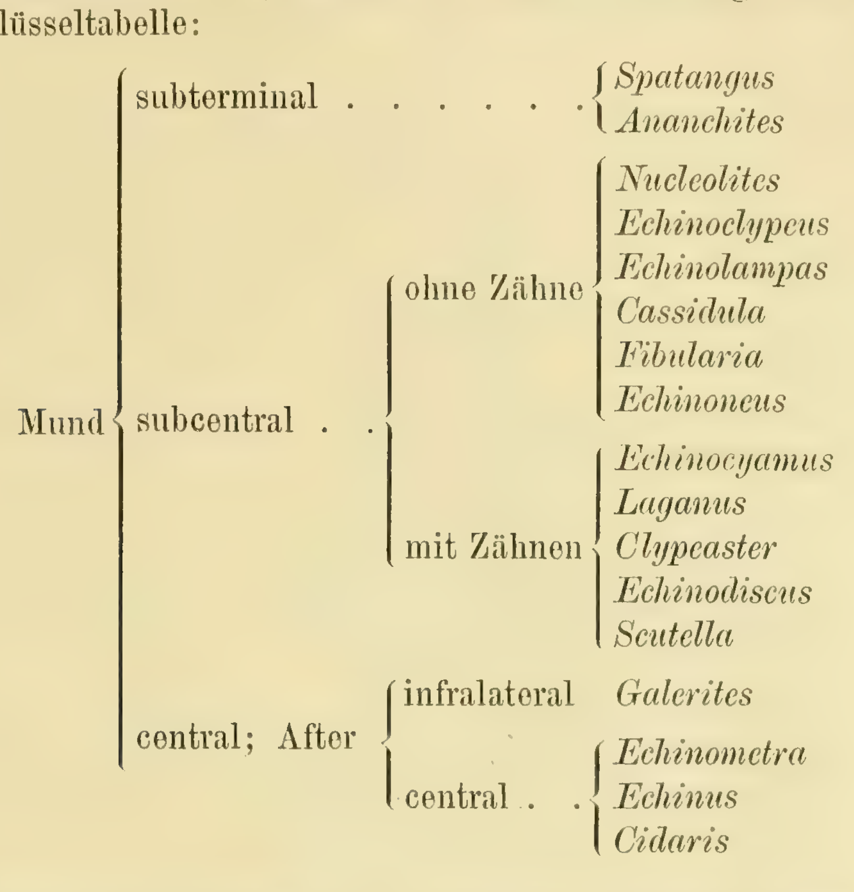
Section 2. „Annectante" Gruppe: Körper nicht kugelförmig, mannigfach gestaltet; Kiefer nicht hervorschiebbar. After seitlich oder auf der Unterseite; After und Mund mit unregelmässigen Schuppen dachziegelförmig bedeckt.

Fam. 3. *Scutellidae:* *Echinanthus*, *Lagana*, *Echinarachnius*, *Echinodiscus*, *Echinocyamus*, *Cassidulus.*

Fam. 4. *Galeritidae:* *Galerites*, *Discodea*, *Echinanaus*, *Echinocorys*, *Echinolampas*, *Echinobrissus.*

Fam. 5. *Spatangidae:* *Spatangus,*
Echinocardium,
Brissus,
Ova.

Blainville (91) ordnete 1834 die *Echinoidea* nach folgenden Gesichtspunkten: 1) der allgemeinen Körperform, 2) der Lage des Mundes, 3) der Mundbewaffnung, 4) der Lage des Afters, und giebt danach folgende Schlüsseltabelle:



L. Agassiz (25) schliesslich unterschied 1837 drei grosse Familien, in die er 29 Gattungen, incl. der fossilen, einordnet:

1. Fam. *Spatangues*, mit den Gattungen: *Disaster*, *Holaster*, *Ananchytes*, *Hemipneustes*, *Micraster*, *Spatangus*, *Amphidetus*, *Brissus*, *Schizaster*.

2. Fam. *Clypéastres*, mit den Gattungen: *Catopygus*, *Pygaster*, *Galerites*, *Discoidea*, *Clypeus*, *Nucleolites*, *Cassidulus*, *Fibularia*, *Echinoneus*, *Echinolampas*, *Clypeaster*, *Echinarachnius*, *Scutella*.

3. Fam. *Cidarites*, mit den Gattungen: *Cidaris*, *Diadema*, *Astropyga*, *Salenia*, *Echinometra*, *Arbacia*, *Echinus*.

Das nächste grosse Werk, in welchem die inzwischen erschienenen systematischen Uebersichten von Desmoulins (476), L. Agassiz (26, 27) und Desor (151) berücksichtigt sind, ist der „Catalogue raisonné

des espèces, des genres et des familles d'Échinides" von L. Agassiz und Desor (28*), 1845—1847.

Ihr System ist folgendes:

1. Fam. ***Cidarides:***

Gruppe: *Cidarides s. str.: Cidaris, Goniocidaris, Hemicidaris, Acrocidaris, Acropeltis, Palaeocidaris.*

Gruppe: *Salénies: Salenia, Peltastes, Goniophorus, Acrosalenia, Goniopygus.*

Gruppe: *Echinides: Astropyga, Diadema, Hemidiadema, Cyphosoma, Echinocidaris, Echinopsis, Arbacia, Eucosmus, Coelopleurus, Codiopsis, Mespilia, Microcyphus, Salmacis, Temnopleurus, Glypticus, Polycyphus, Amblypneustes, Boletia, Tripneustes, Holopneustes, Echinus, Pedina, Heliocidaris.*

Gruppe: *Échinomètres: Echinometra, Acrocladia, Podophora.*

2. Fam. ***Clypéastroides:*** *Clypeaster, Laganum, Echinarachnius, Arachnoides, Scutella, Dendraster, Lobophora, Encope, Rotula, Mellita, Runa, Moulinsia, Scutellina, Echinocyamus, Fibularia, Lenita.*

3. Fam. ***Cassidulides:***

Gruppe: *Échinonéides: Echinoneus, Pygaster, Holectypus, Discoidea, Galerites, Pyrina, Globator, Caratomus, Nucleopygus, Hyboclypus.*

Gruppe: *Nucléolides: Nucleolites, Clypeus, Cassidulus, Catopygus, Pygaulus, Archiacia, Pygorhynchus, Pygurus, Echinolampas, Amblypygus, Conoclypus, Asterostoma.*

4. Fam. ***Spatangoides:***

1. Gruppe: *Spatangus, Macropneustes, Eupatagus, Gualteria, Lovenia, Amphidetus, Breynia, Brissus, Brissopsis, Hemiaster, Agassizia, Schizaster, Micraster, Toxaster.*

2. Gruppe: *Holaster, Ananchytes, Hemipneustes, Dysaster.*

Es sind dies im ganzen 93 (nicht 88, wie bei Agassiz und Desor falsch gezählt ist) Gattungen.

---

*) Der Titel ist dort nach der Ueberschrift des ersten Theiles wiedergegeben, die späteren Fortsetzungen tragen den hier angegebenen, richtigen Titel, wie auch schon die Seitenüberschriften des ersten Theiles lauten: „Catalogue raisonné des Échinides".

Desor (151) gab später (1855—1858) noch allein eine „Synopsis des Echinides fossiles“ heraus, die neben dem Werke von Agassiz und Desor als Grundlage für das von Dujardin und Hupé in ihrer Bearbeitung der Echinodermen befolgte System diente. Dujardin und Hupé (179) gaben, 1862, darin folgende Eintheilung:

Échinides réguliers ou endocycliques.

1. Fam. ***(Tesselés ou Palaechinidées)*).***

2. Fam. ***Cidaridées:***

I. Tribu. *Angustistellées ou Cidariens: Cidaris, Leiocidaris, Goniocidaris, (Rhabdocidaris), (Diplocidaris),(Porocidaris),(Heterocidaris).*

II. Tribu. *Latistellées ou Echiniens: (Hemicidaris), (Hemidiadema), (Pseudodiadema), (Diplopodia), (Hypodiadema), Diadema, (Savignya), Astropyga, (Acrocidaris), (Phymosoma), (Leiosoma), (Coptosoma), (Goniopygus), (Coelopleurus), (Echinopsis), (Pedina), (Glyphocyphus), Temnopleurus, (Temnechinus), (Opechinus), Salmacis, Melebosis, Mespilia, Microcyphus, Amblypneustes, (Codechinus), (Codiopsis), Echinocidaris, (Cottaldia), (Magnosia), (Polycyphus), Echinus, Psammechinus, Sphaerechinus, (Stirechinus), Toxopneustes, Tripneustes, Boletia, (Stomechinus), Loxechinus, Holopneustes, (Phymechinus), Heliocidaris.*

III. Tribu. *Échinometriens: Echinometra, Acrocladia, Podophora.*

IV. Tribu. *Saléniens: Salenia, (Hyposalenia), (Goniophorus), (Peltaster), (Acrosalenia).*

Échinides irréguliers ou exocycliques.

3. Fam. ***Échinoconidées:***

I. Tribu. *Échinonéens: Echinoneus (Pyrina), (Galeropygus), (Desorella), (Pachyclypus), (Hyboclypus).*

II. Tribu. *(Échinoconiens): (Echinoconus), (Discoidea), (Holectypus), (Pileus), (Anorthropygus), (Pygaster), (Nucleopygus), (Asterostoma).*

---

*) Die damals nur fossil bekannten Gruppen und Gattungen sind eingeklammert.

4. Fam. ***(Dysasteridées):*** *(Dysaster)*, *(Collyrites)*, *(Metaporinus)*, *(Grasia)*.

5. Fam. ***Clypéastroïdes:***

I. Tribu. *Laganiens: Echinocyamus, Fibularia*, *(Runa)*, *Moulinsia*, *(Lenita)*, *(Scutellina)*, *(Sismondia)*, *Laganum*, *Michelinia*, *Rumphia*, *Arachnoides*.

II. Tribu. *Scutelliens: Echinarachnius*, *(Mortonia)*, *(Scutella)*, *Dendraster*, *(Monophora)*, *Lobophora*, *(Amphiope)*, *Mellita*, *Encope*, *Echinodiscus*, *Rotula*.

III. Tribu. *Clypéastréens: Clypeaster*.

6. Fam. ***Cassidulides:***

I. Tribu. *(Caratomiens): (Caratomus)*, *(Pygaulus)*, *(Amblypygus)*, *(Haimea)*.

II. Tribu. *Échinobrissiens: Echinobrissus*, *(Trematopygus)*, *(Clypteopygus)*, *(Clypeus)*, *(Bothriopygus)*, *(Catopygus)*, *(Oolopygus)*, *(Rhynchopygus)*, *Cassidulus*, *Echinanthus*, *Echinolampas*, *(Pygorhynchus)*, *Stigmatopygus*, *(Eurhodia)*, *(Pygurus)*, *(Faujasia)*, *(Conoclypeus)*, *(Archiacia)*, *(Claviaster)*.

III. Tribu. *(Ananchytiens): (Ananchytes)*, *(Stenonia)*, *(Offaster)*, *(Cardiaster)*, *(Infulaster)*, *(Holaster)*, *(Hemipneustes)*.

7. Fam. ***Spatangoïdes:***

Tribu. *Spatangiens: (Echinopatagus)*, *(Heteraster)*, *(Enallaster)*, *(Isaster)*, *(Micraster)*, *(Epiaster)*, *(Hemiaster)*, *Brissopsis*, *(Periaster)*, *(Linthia)*, *(Pericosmus)*, *Kleinia*, *Leskia*, *Eupatagus*, *(Hemipatagus)*, *Breynia*, *Echinocardium*, *Schizaster*, *Moera*, *Agassizia*, *(Toxobrissus)*, *(Pyrenaster)*, *Brissus*, *Lovenia*, *Plagionotus*, *(Macropneustes)*, *Spatangus*.

Chronologisch folgt und sei deshalb auch an dieser Stelle, da spätere Autoren darauf Bezug nahmen, kurz die Eintheilung in grössere Gruppen angeführt, die Haeckel, 1866, in seiner Arbeit „Generelle Morphologie der Organismen“, Bd. II, p. LXX—LXXVI, giebt:

Echinida, See-Igel.

Erste Subklasse: ***Palechiniden.*** Vierreihige See-Igel*).
(Synonym: *Tessellata, Perischoechinoidea, Palaechinoidea, Crinechini.*)

Zweite Subklasse: ***Autechinida.*** Zweireihige See-Igel.
(Synonym: *Euechinoidea, Typica, Echinida s. str.*)

I. Ordnung: *Desmosticha;* Autechiniden mit Band-Ambulacren.

1. Fam. *Goniocidarida*, Turban-Igel.
2. Fam. *Echinocidarida,* Kronen-Igel.
3. Fam. *Echinometrida,* Quer-Igel.
4. Fam. *Salenida,* Höcker-Igel.
5. Fam. *Galeritida,* Pyramiden-Igel.
6. Fam. *Echinonida,* Nuss-Igel.
7. Fam. *Dysasterida,* Streck-Igel.

II. Ordnung: *Petalosticha;* Autechiniden mit Blatt-Ambulacren.

1. Fam. *Cassidulida,* Helm-Igel.
2. Fam. *Spatangida,* Herz-Igel.
3. Fam. *Clypeastrida,* Schild-Igel.

Hingewiesen sei hier auch noch auf die Systeme von Pomel (543) und de Loriol (390), die hauptsächlich die fossilen Formen berücksichtigen.

In den Jahren 1872—1874 erschien das grosse, epochemachende Werk von A. Agassiz, „Revision of the Echini", in welchem auf p. 213—220 eine Liste der bekannten recenten Species mit folgender Eintheilung bis auf die Gattungen gegeben ist:

Desmosticha H.

(1.) ***Cidaridae*** J. Müll.

(I.) *Goniocidaridae* H.:	*Cidaris* Klein
	Dorocidaris A. Ag.
	Phyllacanthus Brdt.
	Stephanocidaris A. Ag.
	Porocidaris Des.
	Goniocidaris Des.
(II.) *Salenidae* Ag.:	*Salenia* Gray
(2.) ***Arbaciadae*** Gray:	*Arbacia* Gray
	Podocidaris A. Ag.
	Coelopleurus Ag.

*) Die weitere Eintheilung der Palechiniden ist hier nicht berücksichtigt.

(3.) ***Diadematidae*** Ptrs.:	*Diadema* Schynvoet *Centrostephanus* Ptrs. *Echinothrix* Ptrs. *Astropyga* Gray *Asthenosoma* Gray
(4.) ***Echinometradae*** Gray:	*Colobocentrotus* Brdt. *Heterocentrotus* Brdt. *Echinometra* Rondelet *Parasalenia* A. Ag. *Stomopneustes* Ag. *Strongylocentrotus* Brdt. *Sphaerechinus* Des. *Pseudoboletia* Trosch. *Echinostrephus* A. Ag.
(5.) ***Echinidae*** Ag.	
(I.) *Temnopleuridae* Des.:	*Temnopleurus* Ag. *Pleurechinus* Ag. *Temnechinus* Forb. *Microcyphus* Ag. *Trigonocidaris* A. Ag. *Salmacis* Ag. *Mespilia* Des. *Amblypneustes* Ag. *Holopneustes* Ag.
(II.) *Triplechinidae* A. Ag.:	*Phymosoma* Haime *Hemipedina* Wright *Echinus* Rondelet *Toxopneustes* Ag. *Hipponoë* Gray *Euechinus* Verrill

Clypeastridae Ag.

(1.) ***Euclypeastridae*** H.	
(I.) *Fibularina* Gray:	*Echinocyamus* Phels. *Fibularia* Lm.
(II.) *Echinanthidae* A. Ag.:	*Clypeaster* Lm. *Echinanthus* Breyn
(III.) *Laganidae* Des.:	*Laganum* Klein *Peronella* Gray

(2.) ***Scutellidae*** Ag.:	*Echinarachnius* Leske *Arachnoides* Klein *Echinodiscus* Breyn *Mellita* Klein *Astriclypeus* Verrill *Rotula* Klein *Encope* Ag.

Petalosticha H.

(1.) ***Cassidulidae*** Ag.	
(I.) *Echinonidae* Ag.:	*Echinoneus* Phels.
(II.) *Nucleolidae* Ag.:	*Neolampas* A. Ag. *Echinolampas* Gray *Rhynchopygus* Orb. *Echinobrissus* Breyn *Nucleolites* Lm. *Anochanus* Gr.
(2.) ***Spatangidae*** Ag.	
(I.) *Ananchytidae* Gras:	*Pourtalesia* A. Ag. *Homolampas* A. Ag. *Platybrissus* Gr.
(II.) *Spatangina* Gray:	*Spatangus* Klein *Maretia* Gray *Eupatagus* Ag. *Lovenia* Des. *Breynia* Des. *Echinocardium* Gray
(III.) *Leskiadae:*	*Paleostoma* Lov.
(IV.) *Brissina:*	*Hemiaster* Des. *Tripylus* Phil. *Rhinobrissus* A. Ag. *Brissopsis* Ag. *Agassizia* Val. *Brissus* Klein *Metalia* Gray *Meoma* Gray *Linthia* Merian *Faorina* Gray *Schizaster* Ag. *Moira* A. Ag.

Im Jahre 1883 führte Pomel (534a) sein bereits 1869 (vgl. No. 534 der Literatur) erschienenes System des näheren aus. Es seien hier seine Hauptgruppen aufgeführt:

Atelostomes ou Édentés . . . . { *spathiformes*, *lampadiformes*.

Gnathostomes ou Dentés {
- *Néaréchinides* { *clypéiformes*, *globiformes*,
- *Paléchinides* { *perissoéchinides*, *cystocidarides*, *bothriocidarides*.

Jede Gattung ist diagnosticirt.

Sechs Jahre später unternahm Duncan (192) eine völlige Durcharbeitung der fossilen und recenten Gattungen und schlug folgende Eintheilung vor:

Typus: **Echinodermata.**
Classis: **Echinoidea.**
Subclassis I: **Palaeechinoidea.**
Subclassis II: **Euechinoidea.**

Die weitere Gliederung ist bei den Euechinoideen bis auf die Gattungen, von denen im folgenden nur die recenten berücksichtigt sind, diese:

Euechinoidea: Ordo I. ***Cidaroida*** (Endocyclica*), anectobranchiata Gnathostomata).

Ordo II. ***Diadematoida*** (Endocyclica, ectobranchiata Gnathostomata).

Ordo III. ***Holectypoida*** (Exocyclica**), ectobranchiata Gnathostomata, oligoporosa).

Ordo IV. ***Clypeastroida*** (Exocyclica, ectobranchiata Gnathostomata, polyporosa).

Ordo V. ***Spatangoida*** (Exocyclica, anectobranchiata Nodostomata).

(I ohne, II—V mit Sphaeridien.)

Ordo I. ***Cidaroida.***

Fam. *Cidaridae:* gen. *Cidaris* (incl. *Discocidaris* Död., *Schleinitzia* Th. Stud., *Stephanocidaris* A. Ag., *Dorocidaris* A. Ag. und *Phyllacanthus* Brdt.); *Goniocidaris.*

*) Endocyclica = Regularia.
**) Exocyclica = Irregularia.

Ordo II. ***Diadematoida.***

Subordo: *Streptosomata* (Schale beweglich).

Fam. *Echinothuridae.*

Subfam. *Echinothurinae: Phormosoma, Asthenosoma.*

Subordo: *Stereosomata* (Schale starr).

Fam. 1. *Saleniidae: Salenia.*

Fam. 2. *Aspidodiadematidae: Aspidodiadema.*

Fam. 3. *Diadematidae.*

Subfam. *Diadematinae: Diadema* (hierzu als subgenus: *Centrostephanus, Hemipedina*).

Subfam. *Diplopodiinae* (Poren in zwei Reihen): *Micropyga.*

Subfam. *Pedininae* (Poren in drei Reihen): *Echinothrix, Astropyga.*

Fam. 4. *Cyphosomatidae: Coptosoma* (hierher *Phymosoma crenulare*).

Fam. 5. *Arbaciidae: Arbacia, Echinocidaris* gen. nov. (non auct.) für *Arbacia nigra* (Mol.), *Coelopleurus, Podocidaris.*

Fam. 6. *Temnopleuridae.*

Subfam. *Glyphocyphinae: Trigonocidaris.*

Subfam. *Temnopleurinae: Temnopleurus* (hierzu als subg. *Pleurechinus*), *Temnechinus, Salmacis* (mit subg. *Salmacopsis*), *Mespilia, Microcyphus, Amblypneustes, Goniopneustes* gen. nov. für *Amblypneustes pentagonus* A. Ag., *Holopneustes.*

Fam. 7. *Echinometridae.*

Subfam. *Echinometrinae: Heterocentrotus, Colobocentrotus, Echinometra, Stomopneustes, Parasalenia.*

Subfam. *Polyporinae: Strongylocentrotus, Sphaerechinus, Echinostrephus, Pseudoboletia.*

Fam. 8. *Echinidae: Echinus* (mit subg. *Psammechinus*), *Toxopneustes, Boletia, Tripneustes* (mit subg. *Evechinus*).

Incertae sedis: *Prionechinus* A. Ag.

Ordo III. ***Holectypoida:*** *Pygastrides* ist das einzige recente genus.

Ordo IV. ***Clypeastroida.***

Fam. 1. *Fibulariidae: Echinocyamus, Fibularia, Moulinsia.*

Fam. 2. *Clypeastridae: Clypeaster, Diplothecanthus, Plesianthus* (Echinanthus testudinarius ist der Typus), *Anomalanthus.*

Fam. 3. *Laganidae: Laganum* (incl. Peronella).

Fam. 4. *Scutellidae: Echinarachnius, Echinodiscus, Encope, Mellita* (mit subg. *Mellitella* nov. für Mell. stokesi und subg. *Astriclypeus*), *Rotula, Arachnoides*, hierzu als synonym mit ? Alexandria Pfeffer.

Ordo V. ***Spatangoida.***

Subordo: *Cassiduloidea.*

Fam. 1. *Echinoneidae.*

Subfam. *Echinoneinae: Echinoneus.*

Subfam. *Echinobrissinae: Echinobrissus* (mit subg. *Oligopodia* für Nucleolites epigonus Marts. und subg. *Anochanus* Gr.).

Fam. 2. *Cassidulidae: Rhynchopygus, Studeria* nov. für Catopygus recens A. Ag. und C. loveni Th. Stud., *Echinolampas, Conolampas, Neolampas.*

Subordo: *Spatangoidea.*

Fam. 1. *Ananchytidae.*

Subfam. *Urechininae: Urechinus, Cystechinus, Calymne.*

Fam. 2. *Spatangidae.*

Division I. *Adetes* (Fasciolen fehlen ganz): *Platybrissus, Palaeopneustes.*

Division II. *Prymnadetes* (nur die Subanalfasciole fehlt): *Hemiaster* mit subg. *Tripylus, Faorina, Linthia* (synonym hierzu Desoria Gray und Periaster Orb.) *Schizaster, Agassizia, Moira, Moiropsis.*

Division III. *Prymnodesmia* (auch d. Subanalfasciole vorhanden): *Brissus* (mit subgen. *Meoma*), *Metalia*, *Rhinobrissus*, *Brissopsis*, *Spatangus*, *Maretia*, *Eupatagus* (subg. *Macropneustes*), *Nacospatangus*, *Linopneustes*, *Neopneustes* gen. nov. für Rhinobrissus A. Ag. part., *Cionobrissus*, *Echinocardium*, *Breynia*, *Lovenia*.

Division IV. *Apetala* (Ambulacra nicht blattförmig): *Genicopatagus*, *Palaeobrissus*, *Aceste*, *Aërope*, *Palaeotropus*, *Homolampas*, *Argopatagus*.

Fam. 3. *Leskiidae*: *Palaeostoma* (für Leskia Gray).

Fam. 4. *Pourtalesiidae*: *Pourtalesia*, *Spatagocystis*, *Echinocrepis*.

In demselben Jahre gab Neumayr (504a) folgende Eintheilung für die Echinoidea, die bis herab auf die Familien hier aufgeführt sei:

I. **Palaeëchinoiden.**
- A. *Cystocidariden.*
- B. *Bothriocidariden.*
- C. *Perischoëchinoiden.*
  - 1) *Lepidocentriden.*
  - 2) *Melonitiden.*
  - 3) *Palaëchiniden* s. str.
  - 4) *Archaeocidariden.*

II. **Euechinoiden.**
- A. *Regulares.*
  - 1) *Cidariden.*
  - 2) *Glyphostomen.*
    - a. *Diadematiden.*
    - b. *Echiniden.*
  - 3) *Saleniden.*
  - 4) *Echinothuriden.*
- B. *Irregulares Gnathostomi.*
  - 1) *Pygastriden.*
  - 2) *Conoclypeiden.*
  - 3) *Clypeastriden.*

C. *Irregulares Atelostomi.*

1) *Cassiduliden.*
   a. *Echinoneen.*
   b. *Cassidulinen.*
2) *Dysasteriden.*
3) *Ananchytiden.*
4) *Spatangiden.*
   a. *Palaeostominen.*
   b. *Spatanginen.*
5) *Pourtalesiiden.*

Die neueste Eintheilung verdanken wir Gregory (264a). Er zerlegt in dem Bande, der die Echinodermen in „A Treatise on Zoology, edited by Ray Lankester“ (London 1900) behandelt, die Seeigel wieder in die alten zwei grossen Gruppen: *Regularia* und *Irregularia* unter Verwerfung der Duncan'schen Auftheilung in *Palaeechinoidea* und *Euechinoidea*. Sein System stellt sich folgendermassen für die recenten Gattungen dar*):

Echinoidea:

1. Unterklasse ***Regularia endobranchiata:***
   1. Ordn. Bothriocidaroida.
   2. Ordn. Cystocidaroida.
   3. Ordn. ***Cidaroida:***
      Fam. *Cidaridae:*
         gen. *Cidaris,*
         Goniocidaris.
   4. Ordn. Melonitoida.
   5. Ordn. Plesiocidaroida.

2. Unterklasse ***Regularia ectobranchiata:***
   1. Ordn. ***Diademoida:***
      I. Unterordn. ***Calycina:***
         Fam. *Saleniidae:*
            gen. *Salenia.*
      II. Unterordn. ***Arbacina:***
         Fam. *Arbaciidae:*
            gen. *Arbacia,*
            Echinocidaris,
            Coelopleurus,
            Podocidaris.

*) Nur die für die recenten Echinoideen-Gattungen in Betracht kommenden Abtheilungen und Untergruppen sind *cursiv* gedruckt.

III. Unterordn. ***Diademina:***

Fam. *Orthopsidae:*
gen. *Aspidodiadema.*

Fam. *Diadematidae:*
gen. *Diadema,*
Hemipedina,
Centrostephanus.

Fam. *Diplopodiidae:*
gen. *Micropyga.*

Fam. *Pedinidae:*
gen. *Echinothrix,*
Astropyga.

Fam. *Cyphosomatidae:*
gen. *Coptosoma.*

Fam. *Echinothuridae:*
gen. *Asthenosoma.*
Phormosoma.

IV. Unterordn. ***Echinina:***

Fam. *Temnopleuridae:*
gen. *Trigonocidaris,*
Temnopleurus,
Pleurechinus,
Salmacis,
Salmacopsis,
Mespilia,
Microcyphus,
Amblypneustes,
Goniopneustes,
Holopneustes.

Fam. *Triplechinidae:*
gen. *Psammechinus,*
Tripneustes,
Toxopneustes,
Boletia,
Euechinus.

Fam. *Strongylocentrotidae:*
gen. *Strongylocentrotus,*
Sphaerechinus,
Echinostrephus,
Pseudoboletia.

Fam. *Echinometridae:*
gen. *Echinometra,*
Stomopneustes,
Heterocentrotus,
Colobocentrotus,
Parasalenia.

3. Unterklasse ***Irregularia:***

1. Ordn. ***Gnathostomata:***

I. Unterordn. ***Holectypina:***

Fam. *Pygasteridae:*
gen. *Pygastrides.*

II. Unterordn. ***Clypeastrina:***

Fam. *Fibulariidae:*
gen. *Echinocyamus,*
Fibularia.

Fam. *Laganidae:*
gen. *Laganum.*

Fam. *Scutellidae:*
gen. *Echinarachnius,*
Echinodiscus,
Encope,
Mellita,
Mellitella,
Astriclypeus,
Rotula,
Moulinsia.

Fam. *Clypeastridae:*

Unterfam. *Clypeastrinae:*
gen. *Clypeaster,*
Echinanthus,
Plesianthus,
Anomalanthus.

Unterfam. *Arachnoidinae:*
gen. *Arachnoides,*
Alexandria.

2. Ordn. ***Atelostomata:***

Unterordn. ***Asternata:***

Fam. *Echinoneïdae:*
gen. *Echinoneus.*

Fam. *Nucleolitidae:*
gen. *Anochanus,*
Nucleolites,
Oligopodia.

Fam. *Cassidulidae:*
gen. *Rhynchopygus,*
Studeria,
Conolampas,
Echinolampas,
Neolampas.

Unterordn. ***Sternata:***

Fam. Collyritidae.

Fam. *Echinocorythidae:*
gen. *Calymne,*
Cystechinus,
Urechinus.

Fam. *Spantangidae.*

Section *Adetinae:*
gen. *Echinocrepis,*
Genicopatagus,
Palaeobrissus,
Palaeopneustes,
Platybrissus,
Spatagocystis.

Section *Prymnadetinae:*
gen. *Aceste,*
Aërope,
Agassizia,
Brissopsis,
Faorina,
Hemiaster,
Linthia,
Moira,
Moiropsis,
Schizaster.

Section *Prymnodesminae:*
gen. *Argopatagus,*
Brissus,
Breynia.
Cionobrissus,
Echinocardium,
Eupatagus.
Homolampas,

gen. *Linopneustes,*
Lovenia,
Macropneustes,
Maretia,
Meoma,
Metalia,
Nacospatangus,
Neopneustes,
Palaeotropus,
Rhinobrissus,
Spatangus.

Fam. *Palaeostomidae:*
gen. *Palaeostoma.*

Fam. *Pourtalesiidae:*
gen. *Pourtalesia.*

Als letzte für das System der recenten regulären Seeigel wichtige Arbeit ist das Werk des dänischen Forschers Th. Mortensen hervorzuheben, der in seiner Bearbeitung der *Echinoideen* der dänischen Ingolf-Expedition auf Grund der Untersuchung der Pedicellarien für einzelne grössere Gruppen der *Regularia* eine vollständig neue Aufstellung vorschlägt, die ich hier dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Mortensen, der uns die dänischen Correcturbogen seiner Arbeit für „Bronn" zur Verfügung stellte, schon habe benutzen können; ihm sei dafür auch hier, an dieser Stelle, nochmals herzlichst gedankt. Das neue Mortensen'sche System bringt Klarheit in die schwierigen Gruppen der *Cidariden, Echinothuriden* und *Echiniden* (s. lat.). Es hat als Grundlage für diese Abtheilungen in dem folgenden System gedient, während in Betreff der übrigen Gruppen die von Duncan (1898) und Gregory (1900) getroffenen Eintheilungen befolgt wurden.

2. System.

I. Uebersicht des angenommenen Systems.

Echinoidea Bronn (1. Aufl. dieses Werkes) 1860.

A. ***Regularia*** Cuv. 1817*).

I. Endobranchiata J. Bell 1892.

(Abranchiata Ludw. 1880.)

1. Fam. ***Cidaridae*** Gray 1825.

Dorocidaris A. Ag. 1869 emend. Mrtsn. 1903.
Tretocidaris Mrtsn. 1903.
Stephanocidaris A. Ag. 1863 emend. Mrtsn. 1903.
Schizocidacis Mrtsn. 1903.
Cidaris Leske 1778.
Chondrocidaris A. Ag. 1864.
Acanthocidaris Mrtsn. 1903.
Stereocidaris Pomel 1883.
Goniocidaris Des. 1846.
Discocidaris Död. 1885.
Petalocidaris Mrtsn. 1903.
Phyllacanthus Brdt. 1825 emend. Mrtsn. 1903.
Histocidaris Mrtsn. 1903.
Porocidaris Des. 1854.

II. Ectobranchiata J. Bell 1881.

(Branchiata Ludw. 1880.)

A. ***Streptosomata*** Dunc. 1889.

2. Fam. ***Echinothuriidae*** Wyv. Th. 1873.

Phormosoma Wyv. Th. 1874 emend. Mrtsn. 1903.
Echinosoma Pomel 1883 emend. Mrtsn. 1903.
Asthenosoma Gr. 1867 emend. Mrtsn. 1903.
Calveria Wyv. Th. 1869 emend. Mrtsn. 1903.
Aracosoma Mrtsn. 1903.

*) Cuvier, Le règne animal etc., Tome IV, 1817, p. 13: „On doit diviser les oursins en réguliers et irréguliers“.

Hapalosoma Mrtsn. 1903.
Hygrosoma Mrtsn. 1903.
Tromikosoma Mrtsn. 1903.
Sperosoma Khlr. 1898.
Kamptosoma Mrtsn. 1903.

B. ***Stereodermata*** Keeping 1875*).

3. Fam. ***Saleniidae*** Dunc. Sl. 1887.
Salenia Gray 1835.

4. Fam. ***Diadematidae*** Ptrs. 1853.
Aspidodiadema A. Ag. 1879.
Dermatodiadema A. Ag. 1898.
Diadema Gray 1825.
Centrostephanus Ptrs. 1855.
Echinothrix Ptrs. 1853.
Astropyga Gray 1825.
Micropyga A. Ag. 1881.
? *Caenopedina* A. Ag. 1869.

5. Fam. ***Phymosomatidae*** n. (*Phymosomiens* Pomel 1883).
Glyptocidaris A. Ag. 1863.

6. Fam. ***Arbaciidae*** Gray 1855 emend. Dunc. Sl. 1885.
Arbacia Gray 1835.
Echinocidaris Dunc. Sl. 1885.
Coelopleurus Ag. 1840.
Podocidaris A. Ag. 1869.
Dialithocidaris A. Ag. 1898.

7. Fam. ***Stomopneustidae*** Mrtsn. 1903.
Stomopneustes Ag. 1841.

8. Fam. ***Temnopleuridae*** Des. 1855 emend. Dunc. 1889.
1. Unterfam. *Temnopleurinae* Dunc. 1889.
Temnopleurus Ag. 1841.
Pleurechinus Ag. 1841.
Salmacis Ag. 1841.
Salmacopsis Död. 1885.
Mespilia Des. 1846.
Microcyphus Ag. 1841.
Amblypneustes Ag. 1841.
Goniopneustes Dunc. 1889.
Holopneustes Ag. 1841.

*) Vgl. Lambert (370a).

2. Unterfam. *Glyphocyphinae* Dunc. 1889.

Hypsiechinus Mrtsn. 1903.
Genocidaris A. Ag. 1869.
Arbacina Pomel 1883.
Trigonocidaris A. Ag. 1869.
Prionechinus A. Ag. 1879.

9. Fam. ***Echinidae*** Gray 1825 emend. Mrtsn. 1903.

I. Subfam. *Parechininae* Mrtsn. 1903.

Parechinus Mrtsn. 1903.
Loxechinus Des. 1858.

II. Subfam. *Echininae* Mrtsn. 1903.

Echinus L. 1758.
Sterechinus Khlr. 1900.
Paracentrotus Mrtsn. 1903.

10. Fam. ***Toxopneustidae*** Trosch. emend. Mrtsn. 1903.

I. Subfam. *Schizechininae* Pomel 1883 emend. Mrtsn. 1903.

Psammechinus Ag. 1846 emend. Mrtsn. 1903.
Gymnechinus Mrtsn. 1903.
Toxopneustes Ag. 1841 emend. Mrtsn. 1903.
Tripneustes Ag. 1841 emend. Mrtsn. 1903.
Sphaerechinus Des. 1858 emend. Mrtsn. 1903.
Pseudoboletia Trosch. 1869 emend. Mrtsn. 1903.
Pseudocentrotus Mrtsn. 1903.

II. Subfam. *Strongylocentrotinae* Mrtsn. 1903.

Strongylocentrotus Brdt. 1834 emend. Mrtsn. 1903.
Anthocidaris Ltk. 1864 emend. Mrtsn. 1903.

III. Subfam. *Parasaleninae* Mrtsn. 1903.

Parasalenia A. Ag. 1863.

11. Fam. ***Echinometridae*** Gray 1855 emend. Mrtsn. 1903.

Pseudechinus Mrtsn. 1903.
Heliocidaris Desm. 1846 emend. Mrtsn. 1903.
Echinostrephus A. Ag. 1863 emend. 1903.
Toxocidaris A. Ag. 1863 emend. Mrtsn. 1903.
Echinometra Meuschen 1778 emend. Mrtsn. 1903.
Heterocentrotus Brdt. 1835 emend. Mrtsn. 1903.
Colobocentrotus Brdt. 1835 emend. Mrtsn. 1903.

B. ***Irregularia*** Cuv. 1817.

I. Gnathostomata Zittel 1879.

A. ***Holectypoida*** Dunc. 1889.

12. Fam. ***Pygastridae*** Gregory 1900.

Pygastrides Lov. 1887.

B. ***Clypeastroida*** Dunc. 1889.

13. Fam. ***Fibulariidae*** Gray 1855 emend. Dunc. 1889.

Echinocyamus Phels. 1774.
Fibularia Lm. 1816.

14. Fam. ***Laganidae*** A. Ag. 1872/4.

Laganum Meuschen 1787.

15. Fam. ***Clypeastridae*** Ag. 1836.

I. Subfam. *Clypeastrinae* Gregory 1900.

Clypeaster Lm. 1816.
Echinanthus Leske 1778.
Plesianthus Dunc. 1889.
Anomalanthus J. Bell 1884.

II. Subfam. *Arachnoidinae* Gregory 1900.

Arachnoïdes Ag. 1841.
Alexandria Pfeff. 1880.

16. Fam. ***Scutellidae*** Gray 1825.

Echinarachnius Leske 1778.
Echinodiscus Leske 1778.
Encope Ag. 1841.
Mellita Ag. 1841.
Mellitella Dunc. 1889.
Astriclypeus Verrill 1867.
Rotula Meuschen 1787.
Moulinsia Ag. 1841.

II. Atelostomata Zittel 1879.

A. ***Asternata*** Gregory 1900.

17. Fam. ***Echinoneïdae*** A. Ag. 1881.

Echinoneus Phels. 1774.

18. Fam. ***Nucleolitidae*** Gregory 1900.

Nucleolites Lm. 1801.
Anochanus Gr. 1869.
Oligopodia Dunc. 1889.
Aphanopora Meijere 1902.

19. Fam. ***Cassidulidae*** Ag. 1847.

Rhynchopygus Orb. 1855.
Studeria Dunc. 1889.
Conolampas A. Ag. 1883.
Echinolampas Gray 1825.
Neolampas A. Ag. 1869.

B. ***Sternata*** Gregory 1900.

20. Fam. ***Spatangidae*** Gray 1825.

Section α: *Adetinae* Gregory 1900.

*Platybryssus**) Gr. 1865.
Peripatagus Khlr. 1895.
Amphipneustes Khlr. 1900.
Palaeopneustes A. Ag. 1873.
Plesiozonus Meijere 1902.
Genicopatagus A. Ag. 1879.
Palaeobryssus A. Ag. 1883.

Section β: *Prymnadetinae* Gregory 1900.

Hemiaster Des. 1847.
Faorina Gray 1851.
Linthia Merian 1853.
Schizaster Ag. 1847.
Agassizia Val. 1846.
Moira Mich. 1855.
Moiropsis A. Ag. 1881.
Aceste Wyv. Th. 1877.
Aërope Wyv. Th. 1877.

Section γ: *Prymnodesminae* Gregory 1900.

Bryssus Modeer 1793.
Meoma Gray 1851.
Metalia Gray 1855.
Rhinobryssus A. Ag. 1872.
Bryssopsis Ag. 1840.
Spatangus Müll. 1776.
Maretia Gray 1855.
Eupatagus Ag. 1847.
Macropneustes Ag. 1847.
Rhabdobryssus Cott. 1889.
Nacospatangus A. Ag. 1873.
Linopneustes A. Ag.
Neopneustes Dunc. 1889.
Cionobryssus A. Ag. 1879.

*) Bei Aristoteles lautet der Name *βρύσσος*.

Echinocardium Gray 1825.
Breynia Des. 1847.
Lovenia Ag. 1847.
Palaeotropus Lov. 1872.
Homolampas A. Ag. 1872.
Argopatagus A. Ag. 1879.

21. Fam. ***Palaeostomatidae*** Gregory 1900.
Palaeostoma Lov. 1867.

22. Fam. ***Urechinidae*** n. (*Urechininae* Duncan 1889).
Cystechinus A. Ag. 1879.
Urechinus A. Ag. 1879.
Calymne Wyv. Th. 1877.
Phryssocystis A. Ag. 1898.

23. Fam. ***Ananchytidae*** Gras 1848.
Stereopneustes Meijere 1902.

24. Fam. ***Pourtalesiidae*** Lov. 1883.
Pourtalesia A. Ag. 1869.
Spatagocystis A. Ag. 1879.
Plexechinus A. Ag. 1898.
Echinocrepis A. Ag. 1879.
Sternopatagus Meijere 1902.
? *Spatagodesma* A. Ag. 1898.

II. Specielle Systematik.

Classis *Echinoidea* Bronn 1860.
Diagnose vgl. p. 962.

A. *Regularia* Cuv. 1817.

Im Querschnitt runde oder elliptische Seeigel, bei denen After und Mund an den entgegengesetzten Polen der Schale liegen. Kauapparat entwickelt.

I. **Endobranchiata** J. Bell 1892.

Keine äusseren Mundkiemen vorhanden.

1. Familie *Cidaridae* Gray 1825.

Dickschalige, feste Formen mit kräftig entwickelten Stacheln und Stachelwarzen. Die Ambulacral- und Interambulacralplatten setzen sich auf die Mundhaut fort. Keine **C**-förmigen (bihamaten) Spicula.

1. Gattung *Dorocidaris* A. Ag. 1869.
emend. Mrtsn. 1903.

Grosse globifere*) Pedicellarien mit wohl entwickeltem Endzahn; die Oeffnung ist gross, rund oder unten unregelmässig und reicht nicht bis zur Spitze. Kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien mit Endzahn; tridentate*) Pedicellarien von gewöhnlicher Form ebenso die Spicula.

(Mortensen.)

Literatur**): **A. Agassiz** (8, 14, 16, 17, 21); **J. Bell** (77, 79, 79a); **Döderlein** (158, 159a); **Hoyle** (315); **Koehler** (347, 351, 354, 356); **de Loriol** (392); **Lovén** (401, 403, 405); **Ludwig** (411, Z. wiss. Zool. 1882); **Marenzeller** (433, 434); **Mortensen** (475a); **Prouho** (556); **Studer** (631); **Wyv. Thomson** (641).

---

*) Die Angaben von Mortensen in den folgenden Diagnosen beziehen sich auf das Kalkskelet einer Klappe der Pedicellarien. Die *globiferen* Pedicellarien Mortensen's entsprechen den auf p. 1024 dieses Werkes als *gemmiform,* die *tridentaten* Mortensen's den dort als *tridactyl* bezeichneten Pedicellarien. Die *ophicephalen* sind gleich den *ophiocephalen* und die *triphyllen* gleich den *trifoliaten.* — Mortensen betont in seiner Arbeit wiederholt, dass auch noch andere Unterschiede als die der Pedicellarien sich zwischen den Gattungen finden.

**) A. Agassiz (8) hat eine so ausgezeichnete Zusammenstellung der Literatur bis 1872 gegeben, dass die folgenden Angaben sich meist nur auf spätere Arbeiten beziehen, von denen auch nur die wichtigsten berücksichtigt sind.

4 Arten: *papillata* (Leske), *blakei* A. Ag., (?) *micans* Mrtsn., *nuda* Mrtsn.

Verbreitung: Nördlicher Theil des Atlantischen Oceans. Sublittorale — archibenthale*) Formen.

(Mortensen.)

2. Gattung *Tretocidaris* Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien mit kräftigem Endzahn. Die Oeffnung ist eine ganz kleine Pore, ziemlich entfernt von der Spitze. Kragen am Stiel mehr oder weniger entwickelt. Kleine Pedicellarien den grossen gleich, nur mit etwas grösserer Oeffnung. Tridentate Pedicellarien und Spicula von gewöhnlicher Form.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (14, 16, 17, 21); **Döderlein** (158); **Mortensen** (475a).

3 Arten: *bartletti* A. Ag., *annulata* Mrtsn., *spinosa* Mrtsn.

Verbreitung: Warme Regionen des Atlantischen Oceans. Littorale (?) — sublittorale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Stephanocidaris* A. Ag. 1863.
emend. Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien, sehr langgestreckt und schmal, mit kräftigem Endzahn. Oeffnung ziemlich klein, dreieckig, wenig unterhalb der Spitze. Kein Stielkragen. Die kleinen Pedicellarien haben denselben Bau; tridentate Pedicellarien und Spicula von gewöhnlicher Form.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (73, 82); **Döderlein** (158, 159a); **Koehler** (349); **de Loriol** (389, 393); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Sluiter** (617); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691, 692); **Troschel** (655, 656).

3 Arten: *bispinosa* (Lm.), *annulifera* (Lm.), *bracteata* (A. Ag.).

Verbreitung: Indischer Ocean, Australien. Littorale — sublittorale Formen.

(Mortensen.)

4. Gattung *Schizocidaris* Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien mit kräftigem Endzahn; Oeffnung eine lange, schmale Spalte. Kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien den grossen gleich, nur ist die Oeffnung etwas kürzer und breiter. Tridentate Pedicellarien ?, Spicula ?.

(Mortensen.)

Literatur: **Mortensen** (475a).

*) „Es ist hier unterschieden zwischen einer littoralen, sublittoralen, archibenthalen und abyssalen Zone. Die erste reicht von ca. 0—50 Fd., die zweite von ca. 50—300 Fd., die dritte von ca. 300—1500 Fd., und alles tiefer Vorkommende gehört zur abyssalen Region. Feste Grenzen zwischen den einzelnen Regionen anzugeben, ist unmöglich.“ (Mortensen.)

1 Art: *assimilis* Mrtsn.

Verbreitung: Bei Neu-Guinea (Challenger-Station No. 192). Sublittoral.

(Mortensen.)

5. Gattung *Cidaris* Leske 1778.
emend. Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien mit kleiner, terminaler Oeffnung; das Blatt etwas schnauzenförmig verlängert. Kein Endzahn. Kragen am Stiel mehr oder weniger entwickelt. Kleine Pedicellarien mit gut entwickeltem Endzahn und grosser, nicht terminaler Drüsenmündung. Tridentate Pedicellarien ebenso wie die Spicula von gewöhnlicher Form.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **J. Bell** (82, 83); **Bernard** (89); **Döderlein** (156, 158, 159a); **Koehler** (356); **de Loriol** (392); **Lovén** (406); **Ludwig** (416, 419); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (538); **Sluiter** (617); **Studer** (631).

8 Arten: *affinis* Phil., *reini* Död., *tribuloides* Lm., *galapagensis* Död., *metularia* Lm., *thouarsi* Val., *verticillata* Lm., *baculosa* Lm.

Verbreitung: Kosmopolitisch in den warmen Meeren; Mittelmeer, Japan. Littorale — sublittorale Formen.

(Mortensen.)

6. Gattung *Chondrocidaris* A. Ag.

Grosse globifere Pedicellarien mit grosser, herzförmiger Oeffnung, deren unterer Rand eine vorspringende Unterlippe bildet. Die Oeffnung liegt nahe der Spitze; kein Endzahn; kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien mit mehr oder minder entwickeltem Endzahn. Tridentate Pedicellarien gewöhnlich (gerade, kräftige Zähne). Spicula gewöhnlich.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **de Loriol** (392); **Mortensen** (475a).

1 Art: *gigantea* A. Ag.

Verbreitung: Sandwich-Inseln, Mauritius. Littoral.

(Mortensen.)

7. Gattung *Acanthocidaris* Mrtsn.

Grosse globifere Pedicellarien mit grosser, unten unregelmässig begrenzter Oeffnung, die nahe der Spitze liegt; kein Endzahn; kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien von gleicher Form wie die grossen. Tridentate Pedicellarien mit feinen, gezackten Lamellen auf dem Blatte. Spicula gewöhnlich. Stacheln lang, zusammengedrückt, krumm.

(Mortensen.)

Literatur: **J. Bell** (80); **Mortensen** (475a).

1 Art: *curvatispinis* (J. Bell).

Verbreitung: Mauritius. Littoral (?).

(Mortensen.)

8. Gattung *Stereocidaris* Pomel 1883.

Grosse globifere Pedicellarien mit grosser, nahe der Spitze liegender Oeffnung. Kein Endzahn; kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien von demselben Bau ohne Endzahn. Tridentate Pedicellarien gewöhnlich. Spicula oft grössere, gegitterte Platten; bei einigen Arten einfach.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bernard** (Bull. mus Paris. I. 1895); **Döderlein** (156, 158); **Koehler** (357 a); **Lovén** (405; Bih. Svenska Akad. XVIII. 1892); **Ludwig** (419); **Meissner** (446); **Mortensen** (475 a); **Pfeffer** (536 a); **E. Smith** (Phil. Trans. Roy. Soc. Bd. 168. 1879); **Studer** (629, 630, 631); **Wyv. Thomson** (Journ. Linn. Soc. Zool. XIII. 1876)

9 Arten: *japonica* Död., *grandis* Död., *sceptriferoides* Död., *indica* Död., *ingolfiana* Mrtsn., *nutrix* (Wyv. Th.), *canaliculata* (A. Ag.), *mortenseni* Khlr., (?) *incerta* Khlr.

Verbreitung: Kosmopolitisch. Littorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

9. Gattung *Goniocidaris* Des. 1846.

Grosse globifere Pedicellarien mit ziemlich kleiner Oeffnung nahe der Spitze. Kein Endzahn. Klappen sehr kurz und breit. Kein Kragen am Stiel. Kleine Pedicellarien mit kräftigem Endzahn. Tridentate Pedicellarien scheinen sich nicht zu finden. Spicula von gewöhnlicher Form. Stacheln mehr oder minder unregelmässig verbreitert. Schale mit tiefen Eindrücken in den Plattenwinkeln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **J. Bell** (75); **Döderlein** (156, 158); **Hutton** (317, 318, 319); **Ives** (330); **Mortensen** (475 a); **Ramsay** (562 a).

4 Arten: *tubaria* (Lm.), *geranioides* (Lm.), *biserialis* Död., *umbraculum* Hutt.

Verbreitung: Australien, Japan. Littorale — sublittorale Formen.

(Mortensen.)

10. Gattung *Discocidaris* Död. 1885.

Pedicellarien im wesentlichen gleich denen von *Goniocidaris*. Stacheln gleichfalls oft stark verbreitert und mit einem Basalkragen.

(Mortensen.)

Literatur: **Döderlein** (156, 158); **Mortensen** (475 a).

3 Arten: *clypeata* Död., *mikado* Död., (?) *serrata* Mrtsn.

Verbreitung: Japan, Philippinen. Sublittorale Formen.

(Mortensen.)

11. Gattung *Petalocidaris* Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien mit kleiner, terminaler Oeffnung. Blatt etwas verlängert. Kein Endzahn; kein Kragen am Stiel. Kleine Pedi-

cellarien mit Endzahn und grosser, nicht terminaler Oeffnung. Tridentate Pedicellarien?, Spicula?. Stacheln mehr oder weniger blumenförmig verbreitert. Basalkragen angedeutet.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17); **Döderlein** (158); **Mortensen** (475a).

1 Art: *florigera* (A. Ag.).

Verbreitung: Philippinen (Challenger-Station No. 204) (oder Neu-Guinea; Chall. Stat. 192). Sublittoral.

(Mortensen.)

12. Gattung *Phyllacanthus* Brdt. 1835. emend. Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien mit kleiner, terminaler Oeffnung; kein Endzahn; Blatt schnauzenförmig verlängert. Stielkragen?. Kleine Pedicellarien mit Endzahn. Das Blatt der tridentaten Pedicellarien ist mit einem dichten Netzwerk, das unregelmässige Längsleisten bildet, und dicht mit Zähnen besetzt. Spicula gewöhnlich. Stacheln gross und dick, fein gestreift.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **J. Bell** (82); **Döderlein** (158, 159a); **de Loriol** (392, 393, 395); **Lovén** (406); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Sluiter** (616); **Ten. Woods** (694).

3 Arten: *imperialis* (Lm.), (?) *dubia* Brdt., ? *parvispina* Ten. Woods.

Verbreitung: Rothes Meer, Indischer Ocean, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

13. Gattung *Histocidaris* Mrtsn. 1903.

Grosse globifere Pedicellarien unbekannt; kleine Pedicellarien mit zwei geraden, kräftigen Endzähnen (?). Tridentate Pedicellarien in einer grösseren und einer kleineren Form; das Blatt der grösseren bildet ein reiches Maschenwerk, dessen Löcher sich sehr deutlich in Reihen und fächerförmige Strahlen von dem oberen Ende der Apophyse aus ordnen; zahlreiche kleine Dornen auf der Innenseite des Blattes, besonders nach der Spitze zu; auch die Apophyse ist breit und voller Löcher. Die kleinere Form ist von gewöhnlichem Bau, ebenso die Spicula. Stacheln lang und schlank.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17); **Koehler** (351, 352); **Mortensen** (475a).

1 Art: *elegans* (A. Ag.).

Verbreitung: Australien (Neu-Guinea, Philippinen). Archibenthal.

(Mortensen.)

14. Gattung *Porocidaris* Des. 1854.

Nur grosse, zweiklappige Pedicellarien. Stacheln mit sehr langem Hals. Spicula gewöhnlich.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **J. Bell** (79); **Duncan** (192); **Mortensen** (475a); **Wyv. Thomson** (641).

1 Art: *purpurata* Wyv. Th.

Verbreitung: Nördlicher Atlantischer Ocean. Archibenthal.

(Mortensen.)

Folgende *Cidariden*-Species harren noch zwecks Einordnung in das Mortensen'sche System der Pedicellarien-Untersuchung und seien hier aufgeführt:

Incertae sedis:

Dorocidaris panamensis A. Ag (22);
" *tiara* Anderson (32);
" *alcocki* Anderson (32);
Stereocidaris tenuispinus Yoshiwara (697);
" *microtuberculatus* Yoshiwara (697);
Porocidaris misakiensis Yoshiwara (697);
" *sharreri* A. Ag. (16, 21);
" *milleri* A. Ag. (22);
" *cobosi* A. Ag. (22);
" *gracilis* Död. (156, 158);
" *maculicollis* Meijere (441a);
Phyllacanthus australis Ramsay (562a);
Goniocidaris doederleini A. Ag. (22).

II. **Ectobranchiata** J. Bell 1881.

Aeussere Mundkiemen vorhanden.

A. ***Streptosomata*** Dunc. 1889.

Schale mehr oder weniger beweglich. Innere Kiemen wohl entwickelt. Nur die Ambulacralplatten setzen sich auf die Mundhaut fort.

2. Familie ***Echinothuriidae*** Wyv. Th. 1873.

Formen mit lederartiger Schale, deren Platten gegeneinander frei beweglich sind und sich schuppenförmig überlagern. In conservirtem Zustande sinken deshalb die Schalen zu einer flachen, fünfeckigen Scheibe zusammen. Keine **C**-förmigen (bihamaten) Spicula.

1. Gattung *Phormosoma* Wyv. Th. 1874.

emend. Mrtsn. 1903.

Primäre Stacheln auf der Aktinalseite gerade, keulenförmig, umschlossen von einem dicken Hautsack; ausgeprägter Unterschied zwischen Aktinal und Abaktinalseite. Areolen auf der Aktinalseite sehr gross. Die Saugfüsschen sitzen in einfacher Reihe auf der Aktinalseite Spicula

grosse Gitterplatten; keine Saugscheiben. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien. Die tridentaten sind einfach blattförmig, mit schwach entwickeltem Maschenwerk. Die Verbreiterungen des oberen Endes der Apophyse reichen nicht über den Rand des Blattes. Pedicellarienstiele unregelmässig durchlöchert.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (16, 17, 18, 21, 22); **J. Bell** (77, 79, 79a); **Bernard** (89); **Hoyle** (315); **Koehler** (351, 352); **Mortensen** (475a); **Sladen** (Proc. Roy. Irish Acad. 1888); **Wyv. Thomson** (641).

3 Arten: *placenta* Wyv. Th., *bursarium* A. Ag., *rigidum* A. Ag.

Verbreitung: Nördlicher Theil des Atlantischen Oceans, Japan, Philippinen, Neu-Seeland. Archibenthale Formen.

(Mortensen.)

2. Gattung *Echinosoma* Pomel 1883. emend. Mrtsn. 1903.

Primärstacheln auf der Aktinalseite krumm, mit einer hufartigen Verdickung an der Spitze; Aktinal- und Abaktinalseite sehen beinahe gleich aus, bis auf wenige grosse Stacheln nahe am Ambitus. Areolen gross. Saugfüsschen sitzen in einer beinahe regelmässigen Reihe auf der Aktinalseite; Spicula grosse Gitterplatten, keine Saugscheiben. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien. Von den tridentaten Pedicellarien finden sich (? immer) zwei Formen: eine grosse, flache, mit reichem Maschenwerk, bei der das obere Ende der Apophyse sich ein Stück in das Blatt hinein verlängert, wie ein zackiger Kamm, sowie eine kleinere Form, einfach blattförmig, mit schwach entwickeltem Maschenwerk. Pedicellarienstiel unregelmässig durchlöchert.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 16, 17, 21); **J. Bell** (79); **Bernard** (89); **Hoyle** (314, 315); **Koehler** (353, 356); **Mortensen** (475a); **Wyv. Thomson** (Voy. Challenger 1877).

2 Arten: *tenue* (A. Ag.), *uranus* Wyv. Th.

Verbreitung: Stiller Ocean, nördlicher Atlantischer Ocean. Abyssale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Asthenosoma* Gr. 1867. emend. Mrtsn. 1903.

Primärstacheln auf der Aktinalseite krumm, mit einem ziemlich langen, schmalen Huf; der Unterschied zwischen Abaktinal- und Aktinalseite ist ziemlich gross auf Grund der zahlreichen primären Stacheln, die die ganze Aktinalseite bedecken; Areolen sind etwa gleich gross auf beiden Seiten. Die Stacheln der Abaktinalseite sind umschlossen von einem dicken, ringförmig eingeschnürten Hautsack. Die Saugfüsschen bilden drei dichte Reihen; Spicula kleine, ästige Körper, in Längsreihen angeordnet. Saugscheiben wohl entwickelt. Nur tridentate und triphylle

Pedicellarien. Die tridentaten treten in drei distincten Formen auf. Die grössten haben ein langes, schmales Blatt, das sich an der Spitze erweitert und grob gezackt ist (nicht bei allen Arten beobachtet); die zweite Form hat ein kurzes, breites und flaches Blatt, von einem reichen Maschenwerk ausgefüllt, mit stark ausgebuchtetem Rande. Die dritte Form ist einfach blattförmig, mit nach der Mitte des Blattes verlängerter Apophyse, oder endigt nach der Spitze wie ein gezackter Kamm. Stiel unregelmässig durchlöchert.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (76a); **Döderlein** (159a); **Grube** (279); **de Loriol** (393, 395); **Lovén** (405); **Ludwig** (414); **Mortensen** (475 a); **Sarasins** (585, 586, 588, 590).

4 Arten: *grubei* A. Ag., *heteractis* Bedford, *urens* Sarasins, *varium* Gr.

Verbreitung: Ceylon, Indischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

4. Gattung *Calveria* Wyv. Th. 1869. emend. Mrtsn. 1903.

Primärstacheln auf der Aktinalseite krumm, in einem kleinen Huf endigend; geringer Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Areolen ziemlich gering. Die Primärstacheln bilden eine ziemlich ausgeprägte Reihe längs der Aussenränder der Interambulacralfelder auf der Aktinalseite, besonders gegen den Ambitus hin. Saugfüsschen in drei dichten Reihen; Spicula in dem äussersten Theile des Saugfüsschens grosse, in dem unteren Theile kleine, in Längsreihen geordnete Gitterplatten. Saugscheiben entwickelt. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien. Die grosse Form der tridentaten hat ein stark eingerolltes Blatt, nur an der Spitze etwas verbreitert und am Rande des verbreiterten Theiles mit unregelmässigen Zacken. Die kleineren tridentaten Pedicellarien haben im wesentlichen dieselbe Form, nur der verbreiterte Theil des Blattes ist verhältnissmässig gross, der eingerollte Theil klein. Stiel unregelmässig durchlöchert.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (16, 17, 21); **Agassiz u. Pourtalès** (20 a); **J. Bell** (79, 79 a); **Bernard** (89); **Hoyle** (315); **Koehler** (351, 352, 353, 354, 356); **Mortensen** (475 a); **Wyv. Thomson** (Proc. Roy. Soc. London 1869, 641; Voy. Challenger 1877—78).

2 Arten: *hystrix* Wyv. Th., *gracilis* (A. Ag.).

Verbreitung: Nördliches Atlantisches Meer, Philippinen. Archibenthale Formen.

(Mortensen.)

5. Gattung *Araeosoma* Mrtsn. 1903.

Primärstacheln der Aktinalseite krumm, in einen kleinen Huf endigend; geringer Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Areolen ziemlich klein. Die Primärstacheln bilden eine ziemlich aus-

geprägte Reihe längs der Aussenränder der Interambulacralfelder auf der Aktinalseite gegen den Ambitus hin. Saugfüsschen in drei dichten Reihen. Spicula grosse Gitterplatten, in dem unteren Theile des Saugfüsschens kleinere, zuweilen unregelmässige Nadeln, mehr oder minder deutlich geordnet in Längsreihen. Saugscheiben wohl entwickelt. Ausser den gewöhnlich vorkommenden tridentaten und triphyllen Pedicellarien finden sich auch tetradactyle Pedicellarien. Die tridentaten treten in zwei bis drei verschiedenen Formen auf. Die eine Form hat ein stark eingerolltes, nur an der Spitze verbreitertes Blatt mit tiefgezacktem Rande. Die zweite Form hat ein kürzeres eingerolltes Blatt und verhältnissmässig stark verbreiterte Spitze, mit grob gebuchtetem Rand; bei den kleineren Exemplaren dieser Form kann der Rand des verbreiterten Stückes ganz glatt sein. [Bei einer Art (*A. tessellatum*) findet sich anstatt dieser Form eine tridentate Pedicellarie, deren Blattrand gar nicht eingerollt ist, und deren Blatt durch ein grobes Maschenwerk ausgefüllt ist; bei einer anderen Art (*A. belli*) findet sich die zweite Form nur in sehr grossen Exemplaren, und bei ihr kommt zugleich eine dritte, kleinere Form vor, mit eingerolltem Rande und verbreiterter Spitze, deren Rand jedoch nicht ausgebuchtet ist. Die Stellung dieser zwei Arten ist etwas unsicher.] Pedicellarienstiel unregelmässig durchlöchert.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17); **J. Bell** (79); **Hoyle** (315); **Mortensen** (475a); **Wyv. Thomson** (641).

4 Arten: *fenestratum* (Wyv. Th.), *coriaceum* (A. Ag.), *? tessellatum* (A. Ag.), *? belli* Mrtsn.

Verbreitung: Nördlicher Atlantischer Ocean, Fidji-Inseln, Philippinen. Sublittorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

6. Gattung *Hapalosoma* Mrtsn. 1903.

Primärstacheln auf der Aktinalseite krumm, mit einem ziemlich langen dünnen Huf; sie bilden eine regelmässige, ausgeprägte Reihe längs der Aussenränder der Interambulacralfelder, welche sich auch noch ein Stück auf die Abaktinalseite fortsetzen. Areolen nicht sehr gross; kein ausgeprägter Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Saugfüsschen in drei Reihen — beinahe wie bei *Echinus*. Spicula fast stabförmig, in zwei Reihen, oben ziemlich grosse Gitterplatten; Saugscheiben wohl entwickelt. Drei Arten Pedicellarien: globifere, tridentate und triphylle. Die globiferen haben Drüsensäcke, die zusammen in einer gemeinsamen Haut liegen; sie münden in der Spitze des Kopfes jede durch eine eigene kleine Pore. Die Klappen, welche zwischen den Drüsensäcken liegen, reichen nur halbwegs bis zur Spitze. Die tridentaten Pedicellarien sind einfach blattförmig, mit nur schwach entwickeltem Maschenwerk; nur diese Form findet sich. Stiel von gewöhnlichem Bau.

(Mortensen).

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17); **Mortensen** (475a).

1 Art: *pellucidum* (A. Ag.).

Verbreitung: Philippinen, Neu-Guinea. Sublittorale Form.

(Mortensen.)

7. Gattung *Hygrosoma* Mrtsn. 1903.

Primärstacheln der Aktinalseite krumm, mit grossem, weissem Huf; sie sitzen zerstreut nahe dem Ambitus; Areolen gross; ziemlich deutlicher Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Saugfüsschen sitzen in einer beinahe regelmässigen Reihe auf der Aktinalseite. Spicula grosse Gitterplatten; keine Saugscheiben. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien. Die tridentaten treten nur in einer, stark eingerollten Form auf; ihre Spitze ist löffelförmig verbreitert und hat einen glatten Rand. Pedicellarienstiele von gewöhnlichem Bau. Bei einer Art, *H. luculentum*, findet sich eine zweite Art tridentater Pedicellarien, mit sehr dickem und breitem Blatt von der Form der ophicephalen Pedicellarien; es ist daher unsicher, ob diese Art wirklich hierher gehört.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 16, 17, 21); **Koehler** (356); **Mortensen** (475a); **Wyv. Thomson** (Voy. Challenger 1877).

3 Arten: *petersi* (A. Ag.), *hoplacantha* (Wyv. Th.), *? luculentum* (A. Ag.).

Verbreitung: Nördlicher Atlantischer Ocean, Stiller Ocean. Sublittorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

8. Gattung *Tromikosoma* Mrtsn. 1903.

Primärstacheln auf der Aktinalseite krumm, mit grossem Huf; sie sind ihrer nur wenige und zerstreut und bilden keine regelmässigen Reihen; Areolen mittelgross; kein grosser Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Spicula unregelmässige Gitterplatten, nicht in Reihen; keine Saugscheiben. Drei Arten von Pedicellarien: ophicephale, tridentate und triphylle. Die ophicephalen mit stark in der Mitte eingeschnürten Klappen, kurzem Hals und röhrenförmigem Stiel. Die tridentaten treten in zwei Formen auf, einer grossen mit blattförmiger Spitze ausgefüllt von einem groben, dornigen Maschenwerk, nicht eingerollt, und einer kleinen, einfach blattförmigen, mit Verbreiterungen der Apophysen, die dicht am Rande des Blattes enden; Stiel der tridentaten und triphyllen von gewöhnlichem Bau.

(Mortensen.)

Literatur: **Mortensen** (475a).

1 Art: *koehleri* Mrtsn.

Verbreitung: Davis-Str. Abyssale Form.

(Mortensen.)

9. Gattung *Sperosoma* Khlr. 1900.

Primärstacheln der Aktinalseite krumm, mit grossem, weissem Huf; sie sitzen zerstreut; Areolen ziemlich gross; ziemlich grosser Unterschied zwischen der Aktinal- und der Abaktinalseite. Die secundären Ambulacralplatten der Aktinalseite von derselben Grösse wie die primären; Ambulacralfelder bestehen auf der Aktinalseite aus acht Plattenreihen. Saugfüsschen auf der Aktinalseite in drei weit getrennten Reihen. Spicula grosse Gitterplatten, die sich nicht in Reihen ordnen; Saugfüsschen wohl entwickelt. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien. Die tridentaten einfach blattförmig; die Verbreiterungen des oberen Endes der Apophyse erstrecken sich nicht auf des Blattes Rand; bei den grossen ist das Blatt ausgefüllt von einem groben, dornigen Maschenwerk. Stiel von gewöhnlichem Bau.

(Mortensen.)

Litteratur: **Chun** (124 a); **Döderlein** (159 b); **Koehler** (355, 356); **Mortensen** (475 a).

2 Arten: *grimaldii* Khlr., *biseriatum* Död.

Verbreitung: Nördlicher Atlantischer Ocean, Indischer Ocean. Archibenthale Formen.

(Mortensen.)

10. Gattung *Kamptosoma* Mrtsn. 1903.

Stacheln (jedenfalls einige) flach und gegen die Spitze hin verbreitert; Huf (?); kein grosser Unterschied zwischen Aktinal- und Abaktinalseite. Secundäre Ambulacralplatten scheinen zu fehlen. Saugfüsschen bilden eine einzelne Reihe. Nur tridentate und triphylle Pedicellarien; bei den tridentaten ist das Blatt flach, mit mehr oder minder entwickelter Deckplatte; es giebt davon eine grössere und eine kleinere Form, die nur wenig voneinander verschieden sind. Die triphyllen Pedicellarien haben nur ungewöhnlich schwach entwickelte Deckplatten. Der Stiel besteht aus langen Fäden, die fast nur an ihren Enden miteinander verbunden sind.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Mortensen** (475 a).

1 Art: *asterias* (A. Ag.).

Verbreitung: Stiller Ocean. Abyssale Form.

(Mortensen.)

Incertae sedis:

Phormosoma panamense A. Ag. (22);
„ *hispidum* A. Ag. (22);
„ *alternans* Meijere (441 a);
Asthenosoma longispinum Yoshiwara (698);
„ *ijimai* Yoshiwara (698).

B. *Stereodermata* Keeping 1875.

Schale starr. Innere Kiemen fehlen oder sind rudimentär entwickelt. Die Mundhaut trägt meist isolirte „Buccal"-Platten.

3. Familie *Saleniidae* Dunc. Sl. 1887.

Die Familie zeichnet sich vor allen anderen durch das persistirende Dorso-Centrale, das als einzige Platte das Afterfeld bedeckt, aus. After subcentral. Ambulacralfelder schmal. Porenpaare in einer Reihe. Keine C-förmigen (bihamaten) Spicula.

1. Gattung *Salenia* Gray 1835.

Schale klein, kugelrund, oben und unten abgeplattet. Das Scheitelfeld ist grösser als das Mundfeld. Primärstacheln sehr lang und schlank. Die kleinen Stacheln keulenförmig, gekrümmt und abgeflacht.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 14, 16, 17, 21, 22); **Bernard** (89); **Döderlein** (156, 158); **Duncan** (180, 192); **Duncan u. Sladen** (Ann. Mag. N. Hist. (5) XIX); **Koehler** (351, 352, 353, 354, 356); **Lovén** (403, 405); **Rathbun** (565, 566); **Wyville Thomson** („Nature" März 1873 von Portugal).

8. Arten: *clypeata* Död., *goësiana* Lov., *hastigera* A. Ag., *miliaris* A. Ag., *pacifica* Död., *pattersoni* A. Ag., *profunda* Dunc., *varispina* A. Ag.

Verbreitung: Karaibisches Meer, Tropisch-subtropischer Theil des Atlantischen und des Stillen Oceans, Japan. Sublittorale—abyssale Formen.

4. Familie *Diadematidae* Gray 1835.

Afterfeld von mehreren Platten bedeckt. Schale dünnwandig bis mitteldick. Stacheln meist lang, hohl und durch eine aus feinen Schüppchen bestehende Ringelung eigenthümlich rauh. Primäre Stachelwarzen gewöhnlich gross, crenulirt und durchbohrt. Porenpaare in Bogen. Keine C-förmigen (bihamaten) Spicula.

1. Gattung *Aspidodiadema* A. Ag. 1881.

Schale klein, kugelig. Primärstacheln sehr dünn, über doppelt so lang als die Schale; hohl, fein und schuppig beringt. Secundärstacheln von beinahe gleicher Form. Ausgezeichnet ist die Gattung durch das Ambulacralsystem, das aus zwei Reihen kleiner, fast gleich grosser Platten besteht, deren jede ein Paar grosser, dicht nebeneinander stehender Poren trägt. Interradialplatten nur in geringer Anzahl, jede mit einer grossen crenulirten und durchbohrten primären Stachelwarze.

Literatur: **A. Agassiz** (12, 16, 17, 21); **Döderlein** (159b); **Lovén** (405); **Rathbun** (566, 566a).

4. Arten: *jacobyi* (A. Ag.), *microtuberculatum* A. Ag., *nicobaricum* Död., *tonsum* A. Ag.

Verbreitung: Karaibisches Meer; Nördlicher Theil des Süd-Atlantic, Chile, Juan Fernandez; Philippinen, Nicobaren. Sublittorale — abyssale Formen.

2. Gattung *Dermatodiadema* A. Ag. 1898.

Dieses Genus besitzt dieselbe Verwandtschaft zu *Aspidodiadema,* welche *Echinothrix* zu *Diadema* besitzt. Es unterscheidet sich davon dadurch, dass es nur kleine secundäre Tuberkeln in den Ambulacren hat, während es bei *Aspidodiadema* grosse primäre Tuberkeln auf der aktinalen Seite sind, wie bei *Hemicidaris.*

(A. Agassiz.)

Literatur: **A. Agassiz** (22); **Chun** (124a); **Döderlein** (159b), **Meijere** (441a).

6 Arten: *amphigymnum* Meijere, *globulosum* A. Ag., *horridum* A. Ag., *indicum* Död., *molle* Död., ? *antillarum* (A. Ag.).

Verbreitung: Malpelo-Ins., Cocos-Ins., Galapagos-Ins., Cuba; Indischer Ocean. Archibenthale — abyssale Formen.

3. Gattung *Diadema* Gray 1825.
emend. Ptrs. 1853. (Sitz.-Ber. Akad. Berlin.)

Schale abgeplattet, etwa doppelt so breit, wie hoch. Der glatte Theil jedes Interambulacralfeldes theilt sich gabelförmig und steigt so an der äusseren Seite der Tubercula principalia bis zum Seitenrande der Schale herab. Die Stacheln sind sehr lang, hohl und auf den Ambulacralplatten von gleicher Gestalt, wie auf den Interambulacralplatten.

(Peters.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Andrews** (34a); **Arango** u. **Molina** (40a); **Bedford** (56a); **Bell** (69, 73, 75, 76, 76a, 81, 83); **Bölsche** (94); **Döderlein** (156, 159); **Greeff** (259); **Ives** (330); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (419); **Peters** (532); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Ridley** (572): **Sarasin's** (585, 587); **Sluiter** (616, 618); **Studer** (631); **Walter** (682); **Tenison-Woods** (691).

2 Arten: *mexicanum* A. Ag., *saxatile* (L.).

Verbreitung: Karaibisches Meer, Cap Verden, Indischer Ocean, Rotes Meer, Japan, Pacific, Westküste von Centralamerika. Littorale — sublittorale Formen.

4. Gattung *Centrostephanus* Ptrs. 1855.

Schale abgeplattet, aber nicht an der Rückseite zwischen den Ambulacralfeldern vertieft, wie bei *Diadema.* Die langen und hohlen Stacheln haben mehr Aehnlichkeit mit denen von *Echinothrix*, als mit denen von *Diadema.* Eigenthümlich sind die kurzen, keulenförmigen Stacheln auf den oberen Ambulacralplatten und die Breite der Ambulacralfelder (halb so breit wie die Interambulacralfelder).

(Peters.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (75); **Carus** (121); **Farquhar** (205); **Koehler** (348); **Lovén** (405); **Ludwig** (411); **Peters** (532); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

3 Arten: *coronatus* (Verrill), *longispinus* (Phil.), *rodgersi* (A. Ag.).

Verbreitung: Mittelmeer, Canarische Ins., Australien, Neu-Caledonien, Westküste von Centralamerika. Littorale — sublittorale Formen.

5. Gattung *Echinothrix* Ptrs. 1853. (Sitz.-Ber. Akad. Berlin.)

Schale von ähnlicher Gestalt, wie bei *Diadema.* Der glatte Theil jedes Interambulacralfeldes theilt sich nicht gabelförmig, sondern steigt einfach von der Genitalplatte gerade bis zum Rande herab. Die Tuberkeln der Ambulacralplatten sind viel kleiner als die der Interambulacralplatten und tragen feine, borstenförmige Stacheln, während die der Interambulacralplatten sehr lang und von ähnlicher Beschaffenheit, wie bei *Diadema* sind.

(Peters.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (75, 83); **Bölsche** (94); **Giebel** (244); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (419); **Peters** (352); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Sluiter** (618); **Studer** (621); **Whitelegge** (683).

1 Art: *diadema* (L.)

Verbreitung: Indisch-Polynesisches Meer, Rotes Meer. Littorale Formen.

6. Gattung *Astropyga* Gray 1825. emend. Ptrs. 1853. (Sitz.-Ber. Akad. Berlin.)

Schale sehr zusammengedrückt, etwa dreimal so breit, wie hoch, unten abgeplattet. Der glatte Theil jedes Interambulacralfeldes theilt sich gabelförmig in zwei Zweige, welche neben den Tubercula principalia zum Rande der Schale herabsteigen; alle Platten, über welche sich dieses glatte Feld erstreckt, sind durch ein flaches Grübchen ausgezeichnet. Stacheln von mässiger Länge (2—4 cm), solide und von derselben Gestalt auf den Ambulacralplatten, wie auf den Interambulacralplatten.

(Peters.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (76a, 82); **Bölsche** (94); **Döderlein** (159, 159a); **Koehler** (349); **Loriol** (392); **Lovén** (403); **Ludwig** (419); **Meijere** (441a); **Peters** (532); **Pfeffer** (538); **Sarasin's** (587); **Sluiter** (616, 618); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691).

4 Arten: *denudata* Meijere, *elastica* Th. Stud., *pulvinata* (Lm.), *radiata* (Leske).

Verbreitung: Tropischer und subtropischer Theil des Indisch-Polynesischen Meeres und des Stillen Oceans. Littorale Formen.

7. Gattung *Micropyga* A. Ag. 1881.

Unterscheidet sich von *Astropyga* durch den kleineren, compacteren Scheitelapparat, durch das kleinere und stark eingeschnittene Peristom und durch das Fehlen der nackten Stellen auf den Interambulacralfeldern, deren Oberfläche im Gegentheil mit Tuberkeln versehen ist.

(Pomel.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Meijere** (441 a).

2 Arten: *tuberculata* A. Ag., *violacea* Meijere.

Verbreitung: Indisch-Polynesisches Meer. Sublittorale — archibenthale Formen.

?*) Gattung *Caenopedina* A. Ag. 1869.
emend. Pomel 1883.

Schale klein, subconisch. Scheitelapparat mit fünfeckigen Genitalplatten, die ein sehr kleines Periproct umschliessen, welches die Ocularplatten sämmtlich nicht berühren. Porenpaare zu dreien, die sich um die durchbohrten, aber nicht crenulirten Tuberkeln ordnen. Peristom mit spitzen, aber schwachen Einschnitten. Stacheln solid, lang, dünn, längsgestreift.

(Pomel p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Arango** u. **Molina** (40 a); **Döderlein** (156); **Duncan** (192 *[Hemipedina]*); **Meijere** (441 a); **Mortensen** (475 a); **Pomel** (543 a).

3 Arten: *cubensis* A. Ag., *indica* (Meijere), *mirabilis* (Död.).

Verbreitung: Karaibisches Meer; Indischer Ocean; Japan, Sagami-Bai. Sublittorale — archibenthale Formen.

5. Familie ***Phymosomatidae*** n.
(*Phymosomiens* Pomel 1883).

Die bis auf eine Form nur fossil bekannte Familie zeichnet sich durch die eigenthümliche Zusammensetzung der Ambulacralplatten aus, die aus mehr als drei Platten zusammengesetzt sind. Stacheln solid. Form der Spicula unbekannt.

1. Gattung *Glyptocidaris* A. Ag. 1863.
emend. Pomel 1883.

Schale mässig gross, subconisch. Scheitelapparat gross, nur zwei Ocularplatten reichen an das geräumige Periproct heran. Poren oben in einer einzigen Reihe, gegen den Ambitus in zwei bis drei Paaren und auf der Aktinalseite zu je drei schräg gestellten Paaren. Peristom mittelgross, mit Einschnitten. Die Tuberkeln bilden vier Reihen in jedem

*) Die Stellung von *Caenopedina (Hemipedina* autt.) im System ist noch zweifelhaft. Bei Pomel ist sie in seine Familie *Pédiniens* eingereiht.

Ambulacrum, dazwischen stehen Granula. Stachelwarzen crenulirt, undurchbohrt. Stacheln gerieft.

(Pomel p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 17); **Duncan** (192 *[Coptosoma]*); **Mortensen** (475 a); **Pomel** (543 a).

1 Art: *crenularis* (A. Ag.).

Verbreitung: Japan. ? Littorale Form.

6. Familie *Arbaciidae* Gray 1855. emend. Dunc. Sl. 1885.

Schale halbkugelförmig oder subconisch, ziemlich dick, mit einem sogenannten Epistroma verziert. Periproct oval, Analfeld aus vier (anormal aus mehr) dreieckigen Platten bestehend. Auriculae oben nicht geschlossen. Tuberkeln nicht crenulirt und undurchbohrt. Keine **C**-förmigen (bihamaten) Spicula vorhanden.

1. Gattung *Arbacia* Gray 1835.

Epistroma sehr gut entwickelt. Stacheln mässig lang, oft auf der Unterseite spatelförmig abgeplattet. Interradien nahe dem Apex nackt. Secundärtuberkeln nicht vorhanden.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Agassiz u. Pourtalès** (20 a); **Bell** (58, 64); **Bernard** (Bull. Mus. Paris I.); **Duncan** (192); **Duncan u. Sladen**, (194); **Fewkes** (212 a); **Greeff** (259); **Koehler** (356); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (411, 416); **Meissner** (443, 445, 446); **Osborn** (516); **Pfeffer** (536 a); **Philippi** (539 a und Reise durch die Wüste Atacama); **Rathbun** (564, 566); **Studer** (629, 631); **Troschel** (653, 654).

11 Arten: *alternans* Trosch., *australis* Trosch., *aequituberculata* (Blv.), *africana* Trosch., *dufresnei* (Blv.), *grandinosa* (Val.), *lixula* (L.), *punctulata* (Lm.), *spathuligera* (Val.), *stellata* (Blv.).

Verbreitung: Florida, Karaibisches Meer, Long Island bis Yucatan, Brasilien, Magellan-Strasse, Patagonien, Chile, Peru, Panama, Californien, (? Kerguelen,) Philippinen, Westküste von Afrika, Canarische Inseln, Capverdische Inseln, Azoren, Mittelländisches Meer. Littorale — sublittorale Formen.

2. Gattung *Echinocidaris* Dunc. Sl. 1885. [non Desm., nec autt.].

Epistroma mässig entwickelt. Stacheln mässig lang. Interradien nicht nackt nahe dem Apex. Kleine Secundärtuberkeln vorhanden.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (58, 64); **Duncan** (192); **Duncan u. Sladen** (194); **Duncan u. Sladen** (Journ. Linn. Soc. Zool. XIX); **Lovén** (401, 405, 406); **Meissner** (443, 445, 446); **Philippi** (539 a und Reise durch die Wüste Atacama); **Pfeffer** (536 a); **Sluiter** (618); **Troschel** (653, 654).

1 Art: *nigra* (Mol.).

Verbreitung: Peru, Chile, Patagonien. Pfeffer (536a) erwähnt ein Exemplar von der Ostküste Südamerikas. Littorale Form.

3. Gattung: *Coelopleurus* Ag. 1840.

Stacheln der Rückseite auffallend lang und gebogen; Stacheln der Unterseite oft spatelförmig verbreitert. Interradia mit breiten, nackten Zwischenräumen. Epistroma gut entwickelt. Secundärtuberkeln vorhanden.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Agassiz u. Pourtalès** (20a); **Duncan** (192); **Duncan u. Sladen** (194); **Rathbun** (565, 566, 566a).

2 Arten: *floridanus* A. Ag., *maillardi* (Mich.).

Verbreitung: Indisch-Polynesisches Meer, Karaibisches Meer. Sublittorale — archibenthale Formen.

4. Gattung *Podocidaris* A. Ag. 1869.

Kleine Form. Schale ziemlich flach gewölbt. Peristom ziemlich stark eingesunken. Scheitelfeld sehr entwickelt. 5 grosse Genital- und Ocularplatten. Die eigenthümlichen, lanzettförmigen, gezähnten Stacheln sind auf den Ambitus und die Unterseite beschränkt. Die Rückenseite trägt merkwürdige kurze, mit der Schale fest verbundene, nicht eingelenkte, bedornte, keulenförmige Stachelchen.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Rathbun** (566a).

2 Arten: *sculpta* A. Ag., *scutata* A. Ag.

Verbreitung: Karaibisches Meer. Sublittorale — archibenthale Formen.

5. Gattung *Dialithocidaris* A. Ag. 1898.

Das Genus kennzeichnet sich durch den grossen Umfang der Genital- und Ocularplatten des Apicalsystems, durch die Breite der Interambulacralia und durch die eigenthümliche linienförmige Anordnung der grossen interambulacralen Miliarien längs der Mittellinie, parallel mit den horizontalen Nähten der oberen interambulacralen Platten. Die Platten nahe dem Ambitus und an der aktinalen Oberfläche haben jede zwei Primärtuberkeln. Die ambulacralen Platten haben je einen Primärtuberkel. Die Nähte der abaktinalen Coronalplatten sind etwas eingesunken und nackt, wie bei einigen Species von *Goniocidaris*.

(A. Agassiz.)

Literatur: **A. Agassiz** (17, 22); **Wood-Mason u. Alcock** (690).

2 Arten: *gemmifera* A. Ag., ? *prionigera* (A. Ag.).

Verbreitung: Tropischer Theil des Indisch-Polynesischen Meeres und des Pacifischen Oceans. Archibenthale — abyssale Formen.

7. Familie *Stomopneustidae* Mrtsn. 1903.

Grosse, starkschalige Formen mit geschlossenen Aurikeln. Stacheln kräftig. Keine C-(bihamaten) Spicula, sondern „die Spicula sind unregelmässige, mehr oder minder röhrenförmige Gitterplatten. Die globiferen Pedicellarien ohne Endzahn. Stiel compact".

(Mortensen).

1. Gattung *Stomopneustes* Ag. 1841. emend. Mrtsn. 1903.

Poren zu je drei Paaren. Nur jede vierte oder fünfte Ambulacralplatte trägt einen Primärtuberkel, aber dieser Tuberkel ist gross und dehnt sich über mehrere Ambulacralplatten aus. Stacheln lang und dick, kleine Stacheln auf den Buccalplatten. Die Mundhaut enthält zahlreiche feine Gitterplatten, die ganz und gar in die Haut eingeschlossen sind. Die Kiemen mit zahlreichen dreistrahligen Spiculis. Eine tiefe Furche längs der Medianlinie in den Interambulacralfeldern.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65); **Döderlein** (159); **Loriol** (392); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475 a); **Pfeffer** (538); **Rathbun** (566 a); **Stewart** (626); **Tenison-Woods** (691 und Proc. Linn. Soc. N. S. Wales VII. 1883); **Walter** (682).

2 Arten: *variolaris* (Lm.), (?) *atropurpurea* Ten.-Woods.

Verbreitung: Indischer Ocean, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

8. Familie *Temnopleuridae* Des. 1855. emend. Dunc. 1889.

Aurikeln geschlossen. Mehr oder minder deutliche Poren, Grübchen oder Kerben an den Plattennähten, welch letztere oft Furchen bilden. Durch diese Furchen und jene Gruben erhält die Schale eine nicht zu verkennende merkwürdige Sculptur. Stacheln meist kurz, zart und dünn. Stachelwarzen gekerbt oder glatt. Spicula verschiedenartig, bei einigen C-förmig (bihamat).

I. Unterfamilie *Temnopleurinae* Dunc. 1889.

Grössere Formen, die die Familiencharaktere meist gut zeigen.

1. Gattung *Temnopleurus* Ag. 1841.

Schale ziemlich flach. Ambulacra breit, mit je drei Porenpaaren, die meist in welligen Reihen unter einander stehen. Peristom klein, schwach eingekerbt; Mundhaut nackt. Stachelwarzen gekerbt, in zwei Hauptreihen in jedem Felde mit Reihen sehr kleiner, secundärer Tuberkeln. Nahtfurchen tief, horizontal nach den Kanten der Platten zu.

(Pomel p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **J. Bell** (62, 73, 76a, 81, 82); **Bedford** (56a); **Döderlein** (156, 159a); **Duncan u. Sladen** (195a); **Ives** (330); **Lovén** (403); **Meissner** (443); **Ramsay** (562a); **Sladen** (613); **Tenison-Woods** (691, 692, Proc. Linn. Soc. N. S. Wales 1881).

4 Arten: *cavernosus* Ten.-Woods, *hardwicki* (Gray), *reynaudi* Ag., *toreumaticus* (Leske).

Verbreitung: Japan, Kamtschatka, Philippinen, Arafura-See, Mergui-Archipel, China, Ostindische Inseln, Persischer Golf, Australien, Neu-Seeland. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

2. Gattung *Pleurechinus* Ag. 1841.

Die Gattung unterscheidet sich von *Temnopleurus* durch ihre auffallend kugelig gerundete, meist hohe Schale, durch die fehlende Crenulirung ihrer Hauptwarzen, besonders aber dadurch, dass auf der Buccal-, wie Apicalseite die Ambulacral- und Interambulacralplatten regelmässige Horizontalreihen kleiner Hauptwarzen tragen, endlich durch ihre sehr kurzen und überall etwa gleich langen Stacheln. *Temnopleurus* dagegen zeigt eine meist niedere, mehr oder weniger kegelförmige Schale, sehr deutlich crenulirte Hauptwarzen, von denen auf der Apicalseite jede Platte nur eine sehr grosse trägt, während die übrigen sehr viel kleiner sind und keine auffallenden Horizontalreihen bilden; endlich sind die peripheren Stacheln auffallend lang, sehr viel länger, als die der Apicalseite. Die Apicalseite ist ferner bei *Pleurechinus* der Buccalseite sehr ähnlich, bei *Temnopleurus* sind beide Seiten sehr verschieden.

(Döderlein.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (62, 73, 81); **Döderlein** (156, 159a).

3 Arten: *bothryoides* Ag., *ruber* Död., *variabilis* Död.

Verbreitung: Japan, tropisch-subtropischer Theil des Indisch-Polynesischen Meeres. Littorale — sublittorale Formen.

3. Gattung *Salmacis* Ag. 1841.

Schale bei den meisten Arten auffallend hoch, kegelförmig. Scheitelfeld klein, mit Tuberkeln; die Ocularplatten berühren das Periproct nicht. Porenfelder mit je drei Porenpaaren in zwei verticalen, bei einigen auch etwas staffelförmig gestellten Reihen, die innere an Zahl doppelt und weniger regelmässig. Peristom klein, schwach eingeschnitten. Mundhaut nackt. Tuberkeln crenulirt, zahlreich, fast gleichartig, in verticalen und horizontalen Reihen, die oft die Mitte des oberen Theiles der Interambulacren frei lassen. Stacheln dünn und kurz. Porenartige Grübchen an den Plattennähten.

(Pomel p. p.)

Bestimmungstabelle bei Döderlein (159a).

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (62, 69, 75, 76a, 82); **Döderlein** (156, 159, 159a); **Duncan u. Sladen** (195a); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (406); **Ludwig** (419); **Ramsay** (562a); **Sladen** (613);

Sluiter (616); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691, 692 und Proc. Linn. Soc. N. S. Wales V. 1880).

6 Arten: *bicolor* Ag., *dussumieri* Ag., *rarispina* Ag., *rufa* J. Bell, *sphaeroides* (L.), *sphaeroides var. belli* Död., *sphaeroides var. pyramidata* Marts., *virgulata* Ag., *virgulata var. alexandri* J. Bell.

Verbreitung: Rothes Meer, Indischer Ocean, Persischer Golf, Mergui-Archipel, Philippinen, Japan, Siam, Australien, Ostküste Afrikas. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

4. Gattung *Salmacopsis* Död. 1885.

Schale gleichmässig gerundet, sehr hohe Coronalplatten, Warzen spärlich, klein und glatt; zwei Hauptreihen von Warzen in den Ambulacral- und Interambulacralfeldern; auf der Apicalseite bleibt der der Mittellinie benachbarte Theil der Platten glatt. Feine, aber scharfe Winkelgruben auf den Mittellinien. Porenreihe einfach. Stacheln ähnlich wie bei *Salmacis*.

(Döderlein.)

Literatur: **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Yoshiwara** (697).

3 Arten: *lactea* (Död.), *olivacea* (Död.), *pulchellima* Yoshiwara.

Verbreitung: Japan. Littorale — sublittorale Formen.

5. Gattung *Mespilia* Ag. 1846.

Schale fast kugelförmig. Scheitelfeld mittelgross; die Ocularplatten reichen nicht an das Periproct heran. Interambulacra auf der Oberseite nackt. Poren zu je dreien in 2 Reihen von einem Pol zum anderen, die innere Reihe in doppelter Zahl. Peristom klein, sehr schwach eingeschnitten; Mundhaut nackt. Tuberkeln klein, glatt, in verticalen und horizontalen Reihen auf der Unterseite die Platten ganz bedeckend, auf der Oberseite auf die Seiten beschränkt. Porenförmige Grübchen an den Ecken der Nähte.

(Pomel p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (62, 66, 82); **Döderlein** (156); **Lovén** (406); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691); **Yoshiwara** (697).

3 Arten: *globulus* (L.), *laevituberculata* Yoshiwara, *whitmaei* J. Bell.

Verbreitung: Japan, Philippinen, Samoa, Celebes, Neu-Guinea, Sandwich-Inseln. Littorale Formen.

6. Gattung *Microcyphus* Ag. 1841.

Schale fast halbkugelförmig, dick. Scheitelfeld von mittlerer Grösse. Die Ocularplatten reichen an das Periproct nicht heran. Poren zu je 3, die Paare zu einer doppelten Verticalreihe geordnet. Die äussere davon zeigt eine doppelte Zahl und ist weniger regelmässig geordnet. Peristom beinahe fünfeckig, schwach eingeschnitten; Mundhaut nackt. Tuberkeln glatt, klein, nicht gleichartig, regelmässig gestellt in den Ambulacren,

unregelmässig in den Interambulacren, wo sie einen freien Raum um die Nähte lassen. Kleine, porenförmige Vertiefungen an den Nahtecken aller Platten.

(Pomel.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (62); **Loriol** (392); **Ludwig** (419); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562 a); **Tenison-Woods** (691).

2 Arten: *maculatus* Ag., *zigzag* Ag.

Verbreitung: Japan, Ostindische Inseln, Philippinen, Samoa, Tasmanien. Littorale Formen.

(Duncan.)

7. Gattung *Amblypneustes* Ag. 1841.

Schale kugelig bis eiförmig. Scheitelfeld klein, die Ocularplatten erreichen das Periproct nicht. Porenfelder breit, die Poren zu je 3 in staffelförmigen Reihen, weit auseinanderstehend, so dass sie 3 Verticalreihen bilden. Peristom klein, kaum eingeschnitten; Mundhaut nackt. Tuberkeln klein, gleichartig auf allen Platten, in zahlreichen, nicht gleichen Verticalreihen; der obere Theil der Interambulacren bleibt oft nackt. Stacheln kurz. Porenförmige Vertiefungen in den Nahtecken der Platten.

(Pomel.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (59, 62, 66, 75); **Hutton** [317, *Echinus elevatus* = *A. formosus* nach Mrtsn. (475 a)]; **Lovén** (403); **Ramsay** (562 a); **Sluiter** (618); **Stewart** (625); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691).

5 Arten: *formosus* Val., *griseus* (Blv.), *grossularia* Th. Stud., *ovum* (Lm.), *pallidus* (Lm.).

Verbreitung: Australien, Neu-Seeland, Fiji-Inseln. Littorale — sublittorale Formen.

8. Gattung *Goniopneustes* Dunc. 1889.

Schale dünn, beinahe kugelförmig, aber im Umriss deutlich pentagonal; die Ambulacra treten aus den eingesunkenen Interambulacren heraus; Coronalplatten hoch und gering an Zahl. Apicalsystem zart, die Madrepore liegt auf einer grossen Genitalplatte; die anderen Genitalplatten sind klein, pentagonal; einige Ocularplatten berühren das Periproct. Ambulacra mit 2 verticalen Reihen glatter Tuberkeln; Nahtporen klein; Zwischenfelder mehr oder weniger nackt; Porenfelder schmal; Porenpaare zu je 3. Interradien mit Tuberkeln, gleich denen der Ambulacralplatten; Peristom klein. Stacheln der Primärtuberkeln kräftig.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192).

1 Art: *pentagonus* (A. Ag.).

Verbreitung: Mauritius. (?) Littorale Form.

9. Gattung *Holopneustes* Ag. 1841.

Schale kugelförmig oder abgeplattet, sphaeroidal oder subconisch über den geschwollenen, kreisförmigen Ambitus. Interambulacrale Coronalplatten zahlreich; Ambulacralplatten sehr zahlreich. Genitalplatten breit, fast gleichförmig. Keine Ocularplatte reicht an das Periproct heran. Ambulacra breiter als die Interambulacralfelder. Secundärtuberkeln vorhanden. Die Porenpaare stehen senkrecht dicht untereinander, horizontal aber unregelmässig nebeneinander, und zwar stehen sie zu 3 oder mehr Paaren. Es lässt sich eine äussere und innere regelmässige Verticalreihe unterscheiden, während die mittleren unregelmässig sind. Die Furchen sind eingesunkene Linien; die Kerben an den Ecken sind klein, aber deutlich und nicht tief. Peristom klein, fünfeckig, mit kleinen, aber deutlichen Einschnitten. Stacheln kurz, gestreift, oft an der Spitze mit einer Anschwellung.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (62); **Duncan** (192); **Ramsay** (562 a); **Tenison-Woods** (691).

3 Arten: *inflatus* A. Ag., *porosissimus* Ag., *purpurescens* A. Ag.

Verbreitung: Australische Meere. Littorale Formen.

II. Unterfamilie ***Glyphocyphinae*** Dunc.*) 1889.

Kleine Formen, die den *Temnopleuriden*-Typus zwar noch zeigen, aber doch schon zu den *Echiniden* (s. lat.) hinüberleiten, da sich bei einigen von ihnen schon **C**-förmige (bihamate) Spicula finden.

1. Gattung *Hypsiechinus* Mrtsn. 1903.

Schale ohne deutliche Gruben und Furchen; keine deutlichen Einschnitte in dem Peristom. Buccalmembran bedeckt mit grossen Platten; sämmtliche Mundfüsschen sind bei den erwachsenen Exemplaren wohl entwickelt. Keine der Ocularplatten reicht bis an das Periproct heran, das von einer grösseren und mehreren kleinen Platten bedeckt ist. Poren zu je 3, aber in einer geraden Reihe stehend, nur auf dem unteren Theil der Ambulacren sieht man deutlich die Anordnung zu je 3. Stacheln ziemlich rauh, die nahe dem Peristom krumm. Globifere Pedicellarien ohne Hals. Das Blatt hat glatte Ränder, die nicht durch Querbalken miteinander verbunden sind; 2—3 Zähne auf jeder Seite. Spicula unregelmässig, dreistrahlig. Die Auriculae haben die Form von kleinen Kämmen, die oben nicht verbunden sind.

(Mortensen.)

Literatur: **Mortensen** (475 a).

1 Art: *coronatus* Mrtsn.

Verbreitung: Nordatlantisches Meer. Archibenthale Form.

*) Ich fasse hier unter diesem Duncan'schen Unterfamiliennamen diejenigen kleinen Formen zusammen, die Duncan, Gregory und auch Mortensen als zusammengehörig betrachten.



Klassen und Ordnungen

des

TIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abteilung.

Echinodermen (Stachelhäuter).

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

65. u. 66. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1904.



2. Gattung *Genocidaris* A. Ag. 1869.

Die Mundhaut trägt ausser den Buccalplatten keine weiteren Platten. Die globiferen Pedicellarien haben ein an der Innenseite zusammengewachsenes Blatt, das nur eine Reihe kleiner Löcher in der Medianlinie trägt; nur ein unpaarer Seitenzahn. Triphylle Pedicellarien klein, ähnlich denen von *Trigonocidaris*. Eine sehr grosse Analplatte. Spicula **C**-förmig (bihamat).

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21a); **Gauthier** (238a: *Arbacina pallaryi* = *Genocidaris maculata* teste Mrtsn.); **Koehler** (356); **Mazetti** (440, 441); **Mortensen** (475a); **Rathbun** (566).

2 Arten: *maculata* (A. Ag.), *scillae* (Mazetti).

Verbreitung: Amerikanische Seite des Atlantischen Oceans, Azoren, Mittelmeer, Rothes Meer. Littorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Arbacina* Pomel 1883.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung *Genocidaris* durch die Form der globiferen Pedicellarien, deren Blattränder verdickt und nicht durch Querbalken verbunden sind, und durch das Fehlen der sehr grossen Analplatte. Der unpaare Seitenzahn an den globiferen Pedicellarien ist auch hier vorhanden. Spicula auch hier **C**-förmig (bihamat).

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Bell** (Journ. Roy. Micr. Soc. (2) II, 1882); **Mortensen** (475a); **Pomel** (543a).

1 Art: *forbesiana* (A. Ag.)

Verbreitung: Fiji-Inseln. Archibenthale Form.

4. Gattung *Trigonocidaris* A. Ag. 1869.

Schale stark gekerbt. Die globiferen Pedicellarien ähneln denen der vorigen Gattung; auch sie haben einen unpaaren Seitenzahn, tragen aber manchmal einen Querbalken zwischen den Blatträndern. Die triphyllen Pedicellarien sind von eigenthümlicher Form: Das Blatt ist beinahe rund und an den Rändern fein gezähnelt. Spicula auch hier **C**-förmig (bihamat).

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21a); **Duncan** (192); **Koehler** (356); **Mortensen** (475a); **Rathbun** (566).

2 Arten: *albida* A. Ag.; (?) *monolini* A. Ag.

Verbreitung: Florida; Karaibisches Meer; Josephine-Bank; Kermadec-Inseln. Sublittorale — archibenthale Formen.

5. Gattung *Prionechinus* A. Ag. 1881.

Die Unterschiede zwischen *Prionechinus* und der vorigen Gattung, *Trigonocidaris*, sind sehr gering und beschränken sich im Wesentlichen

*) In der Familien-Diagnose fehlt das Wort „meist" hinter „Aurikeln".

darauf, dass die Schale von *Prionechinus* nicht solche Gruben zeigt, wie *Trigonocidaris*. Die globiferen Pedicellarien tragen auch hier einen unpaaren Endzahn, und die Spicula sind **C**-förmig (bihamat). Die triphyllen Pedicellarien gleichen auch denen von *Trigonocidaris albida*, zeigen aber auch bei der stärksten Vergrösserung, keine gezackten Blattränder, wie jene.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Mortensen** (475a); **Wood-Mason** u. **Alcock** (690).

2 Arten: *agassizi* Wood-Mason u. Alc., *sagittiger* A. Ag.

Verbreitung: Tropisch-subtropischer Theil des Indisch-Polynesischen Oceans. Archibenthale — abyssale Formen.

9. Familie *Echinidae* Gray 1825. emend. Mrtsn. 1903.

Spicula **C**-förmig (bihamat). Globifere Pedicellarien mit Endzahn und einem oder mehreren Seitenzähnen auf jeder Seite; kein Hals; der Stiel besteht aus langen, dünnen, lose verbundenen Kalkfäden. Peristomeinschnitte klein.

(Mortensen.)

I. Unterfamilie *Parechininae* Mrtsn. 1903.

An den globiferen Pedicellarien sind die Ränder des Blattes dünn, nicht verdickt, und laufen in 2 bis mehrere Zähne auf jeder Seite aus. Keine Querbalken, die über des Blattes Innenseite hinweg diese Ränder verbinden.

(Mortensen.)

1. Gattung *Parechinus* Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je drei; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Mundhaut mit zahlreichen Gitterplatten; sie können sehr gross und dick, aber auch feiner sein und in der Haut versteckt liegen. Die globiferen Pedicellarien ohne Hals. Zahlreiche kurze, grünliche Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (73, 79); **Greeff** (259); **Grieg** (267, 268); **Herdman** (304); **Hoyle** (315); **Koehler** (365); **Lovén** (405); **Ludwig** (411); **Meissner** (443); **Meissner** u. **Collin** (447); **Möbius** (464); **Mortensen** (474, 475a); **Tenison-Woods** (692); **Wagner** (680); **Whitelegge** (683).

3 Arten: *angulosus* (Leske), *microtuberculatus* (Blv.), *miliaris* (Müll.).

Verbreitung: Atlantischer Ocean längs der europäischen Küsten, Mittelmeer, afrikanische Süd- und Ostküste, Indischer Ocean, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

2. Gattung *Loxechinus* Des. 1858.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen. Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Mundhaut mit zahlreichen Gitterplatten. Globifere Pedicellarien mit einem kurzen Hals, der nur Längsmuskeln enthält. Zahlreiche kurze, grünliche Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (64, 65); **Bernard** (Bull. Mus. Paris I.); **Meissner** (445, 446); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (536a); **Philippi** (539a); **Sluiter** (618).

2 Arten: *albus* Mol., *bullatus* (J. Bell).

Verbreitung: Südamerikanische Süd- und Westküste, Galapagos-Inseln.*) Littorale Formen.

(Mortensen.)

II. Unterfamilie ***Echininae*** Mrtsn. 1903.

Die Blattränder sind an den globiferen Pedicellarien verdickt und in der Regel durch Querbalken, die über die Innenseite des Blattes gehen, miteinander verbunden. Ein bis mehrere Seitenzähne auf jeder Seite.

(Mortensen.)

1. Gattung *Echinus* L. 1758.
emend. Mrtsn. 1903.

Poren zu je 3; Primärtuberkeln auf jeder oder nur auf jeder zweiten Ambulacralplatte. Keine Ocularplatte reicht an das Periproct heran. Mundhaut mit zahlreichen Gitterplatten, die sowohl ausserhalb, als innerhalb der Buccalplatten in die Haut eingebettet sind. Die Stacheln im Ganzen lang und kräftig; die actinalen Primärstacheln sind an der Spitze nicht gekrümmt. Die globiferen Pedicellarien haben in der Regel quer über die Blattinnenseite verbundene Ränder. Die grossen, langen und schmalen tridentaten Pedicellarien mit dicken Rändern, auf denen zahlreiche kleine Zähne in queren oder unregelmässigen Reihen sitzen.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Apellöf** (39); **Bell** (77, 79, 79a); **Chadwick** (123, 123a); **Danielssen** u. **Korén** (140); **Döderlein** (156); **Greeff** (259); **Grieg** (267, 268, 268a); **Herdman** (304); **Hoyle** (315); **Koehler** (348, 356); **Lovén** (405, 406); **Ludwig** (411); **Marenzeller** (433, 434); **Meissner** u. **Collin** (447); **Mortensen** (474, 475a); **Wyville-Thomson** (641); **Wagner** (680).

10 Arten: *acutus* Lm., *affinis* Mrtsn., *alexandri* Dan. Kor., *atlanticus* Mrtsn., *elegans* D. K., *esculentus* L., *gracilis* A. Ag., *lucidus* Död., *melo* Lm., *tenuispinus* Mrtsn.

Verbreitung: Atlantischer Ocean, Mittelmeer, Pacifischer Ocean. Littorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

*) Das Vorkommen von *L. albus* bei den Philippinen bedarf noch der Bestätigung.

(Mortensen.)

2. Gattung *Sterechinus* Khlr. 1900.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln auf jeder oder nur auf jeder zweiten Ambulacralplatte. Die Mundhaut enthält meist zahlreiche Gitterplatten innerhalb der Buccalplatten, aussen von diesen ist sie beinahe ganz nackt. Meist reichen eine oder mehrere (alle) Ocularplatten an das Periproct heran. Secundärstacheln fein, seidenartig; die actinalen Primärstacheln gekrümmt an der Spitze (immer?). Globifere Pedicellarien meist mit über die Innenseite des Blattes quer verbundenen Rändern. Tridentate Pedicellarien breit, blattförmig, mit nicht verdickten Rändern und nur einer Reihe von Zähnen.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 17); **A. Agassiz** u. **Pourtalès** (20a); **Bell** 64, 83a); **Bernard** (Bull. Mus. Paris I.); **Farquhar** (204); **Koehler** (357a); **Meissner** (445, 446); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (536a); **Philippi** (539a); **Ramsay** (562a); **Studer** (629, 631)

4 Arten: *diadema* (Th. Stud.), *horridus* (A. Ag.), *margaritaceus* (Lm.), *neumayeri* (Mssnr.).

Verbreitung: Süd- und Westküste von Südamerika, Antarctisches Meer. Littorale — archibenthale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Paracentrotus* Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen. Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Mundhaut mit Gitterplatten, die innerhalb und ausserhalb der Buccalplatten (ausserhalb indessen ziemlich wenige) liegen. Keine oder 1 bis 2 Ocularplatten reichen an das Periproct heran. Stacheln lang und ziemlich dick; die actinalen sind gekrümmt an der Spitze. Bei den globiferen Pedicellarien sind die Ränder nicht miteinander verbunden durch Querbalken über die Blattinnenseite. Die tridentaten Pedicellarien lang, schmal, ohne Querreihen von kleinen Zähnen.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Barrois** (50); **Bell** (65, 79); **Fewkes** (211); **Fischer** (216, 217); **Greeff** (259); **John** (327, 328); **Koehler** (347); **Korschelt** (358); **Lovén** (405); **Ludwig** (411); **Mortensen** (475a); **Rathbun** (564).

2 Arten: *gaimardi* (Blv.), *lividus* (Lm.).

Verbreitung: Mittelmeer und die angrenzenden Küsten des Atlantischen Oceans, Brasilien. Littorale Formen.

10. Familie ***Toxopneustidae*** Trosch 1871.
emend. Mrtsn. 1903.

Die globiferen Pedicellarien mit Endzahn, aber ohne Seitenzähne; die Ränder des Blattes fast zusammengewachsen auf der Innenseite, so dass das Blatt röhrenförmig ist. Eigenthümliche hantelförmige oder etwas

ästige Spicula finden sich besonders in den globiferen Pedicellarien und auch in den Füsschen; auch bihamate Spicula sind meist vorhanden; von einer Form *(Strongylocentrotus pulcherrimus)* sind nur bihamate Spicula bekannt. Gewöhnlich reichen 1—2 Ocularplatten an das Periproct heran.

(Mortensen.)

I. Unterfamilie *Schizechininae* Pomel 1883. emend. Mrtsn. 1903.

Die Spicula in den globiferen Pedicellarien hantel- oder bogenförmig, nicht zugespitzt an den Enden. Meist tiefe Einschnitte in der Schale. Die globiferen Pedicellarien ohne Hals; meist mit Drüsen am Stiel. Stiel compact.

(Mortensen.)

1. Gattung *Psammechinus* Ag. 1846. emend. Mrtsn. 1903.

(Synonym: *Lytechinus* Ag., *Psilechinus* Ltk., *Schizechinus* Pomel.)

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Einschnitte in die Schale ziemlich tief. Die Buccalmembran enthält zahlreiche Platten, die einen mehr oder weniger deutlichen Plattenüberzug bilden. Bei den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert. Die hantelförmigen Spicula bilden keine Verbrämung rund um die globiferen Pedicellarien. Die Spicula der Füsschen sind bihamat und nicht verästelt. Stacheln mittellang, grünlich.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Ives** (331, 332); **Loriol** (392); **Lovén** (405); **Ludwig** (416, 419); **Mortensen** (475a); **Rathbun** (564, 565, 566); **Sluiter** (617);

3 Arten: *semituberculatus* (Val.), *variegatus* (Lm.), *verruculatus* Ltk.

Verbreitung: Ost- und Westküste des tropischen Amerikas; Indischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

2. Gattung *Gymnechinus* Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Einschnitte in die Schale klein. Die Buccalmembran enthält mit Ausnahme der Buccalplatten keine gefensterten Platten. In dem innersten Mundrand finden sich mehr oder weniger nadelförmige Spicula; auch zahlreiche bihamate Spicula sind vorhanden, besonders in der Nähe des Mundrandes und des Aussenrandes. An den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert. Die Spicula der globiferen Pedicellarien sind bogen- oder schwach hantelförmig und bilden keine Verbrämung. Kleine Formen mit kurzen Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (73); **Döderlein** (159); **Loriol** (392); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

2 Arten: *darnleyensis* (Ten.-Woods), *robillardi* (Loriol).

Verbreitung: Mauritius, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Toxopneustes* Ag. 1841. emend. Mrtsn. 1903.

(Synonym: *Boletia* Des.).

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln nur auf jeder zweiten Ambulacralplatte. Einschnitte in die Schale tief. Buccalmembran mit zahlreichen Gitterplatten, die fast ganz in die Haut eingebettet liegen. An den globiferen Pedicellarien ist das Blatt sehr verlängert. Die Spicula in den globiferen Pedicellarien sind typisch hantelförmig und bilden eine dicke, weisse Verbrämung rings um den Aussenrand der Klappen; in den Füsschen finden sich verästelte, bihamate Spicula. Grosse, flache Formen mit kurzen Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Bell** (76a); **Döderlein** (156, 159); **Ives** (330); **Koehler** (349); **Loriol** (392); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475a); **Sluiter** (617, 618); **Walter** (682).

3 Arten: *elegans* Död., *pileolus* (Lm.), *roseus* A. Ag.

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

4. Gattung *Tripneustes* Ag. emend. Mrtsn. 1903.

(Synonym: *Hipponoë* Gray).

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln nur auf jeder dritten oder vierten Ambulacralplatte. Die Porenfelder sind sehr breit, so dass die Poren drei getrennte Verticalreihen bilden. Bei kleinen Exemplaren sind die Poren wie gewöhnlich in kurzen Bogen gestellt. Die Buccalmembran mit zahlreichen Gitterplatten, von denen die meisten fast ganz in die Haut eingebettet liegen. Einschnitte in die Schale ziemlich tief. An den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert; die Pedicellarien im ganzen klein und dunkel pigmentirt. Die Spicula in den globiferen Pedicellarien typisch hantelförmig; sie bilden keine Verbrämung. Die bihamaten Spicula in den Füsschen sind nicht verästelt. Grosse, hohe Formen mit kurzen Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Arango u. Molina** (40a); **Bell** (57, 73, 76a, 83); **Döderlein** (156, 159); **Farquhar** (205); **Greeff** (259); **Ives** (331); **Loriol** (392, 392a, 393); **Lovén** (405, 406); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (564, 565, 566); **Ridley** (572); **Sluiter** (617); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691, Proc. Linn. Soc. N. S. Wales VII.); **Walter** (862).

3 Arten: *depressus* A. Ag., *esculentus* (Leske), *gratilla* (L.).

Verbreitung: Kosmopolitisch in der warmen Zone. Littorale Formen.

(Mortensen.)

5. Gattung *Sphaerechinus* Des. 1858.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen (gewöhnlich 4 in jedem Bogen); Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten (*Sph. australis* daraufhin nicht untersucht); Einschnitte in die Schale ziemlich tief; die Buccalmembran mit ziemlich zahlreichen Gitterplatten; keine Stacheln auf diesen oder den Buccalplatten. Bei den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert. Die Spicula der globiferen Pedicellarien sind kleine Bogen, die an den Enden nicht zugespitzt. Sie bilden keine Verbrämung. In den Füsschen finden sich verästelte, bihamate Spicula. Grosse, fast kugelige Formen mit kurzen Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65, 75, 79); **Greeff** (259); **Koehler** (356); **Ludwig** (411); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Russo** (481); **Tenison-Woods** (691); **Wyville-Thomson** (641).

3 Arten: *australiae* A. Ag., *granularis* (Lm.), *roseus* Russo.

Verbreitung: Mittelmeer und die damit zusammenhängenden Küsten des Atlantischen Oceans, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

6. Gattung *Pseudoboletia* Trosch. 1869.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen (4 in jedem Bogen); Primärtuberkeln auf jeder Ambulacralplatte. Einschnitte in die Schale ziemlich tief. Die Buccalmembran enthält ziemlich zahlreiche Platten, die beides, Stacheln und Pedicellarien, tragen; gleicherweisse finden sich Stacheln auf den Buccalplatten. An den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert. Die Spicula der globiferen Pedicellarien sind kleine Bogen, die an ihren Enden nicht zugespitzt sind und keine Verbrämung bilden. Die bihamaten Spicula der Füsschen sind nicht verästelt. Grosse, hohe Formen mit kurzen Stacheln.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65); **Döderlein** (159); **Mortensen** (475a).

2 Arten: *indiana* (Mich.), *maculata* Trosch.

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

7. Gattung *Pseudocentrotus* Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Die Porenfelder sind etwas petaloid auf der Actinalseite. Einschnitte in die Schale ziemlich klein. Die Buccalmembran mit zahlreichen feinen Gitterplatten. Keine Stacheln auf diesen oder auf den Buccalplatten. Bei den globiferen Pedicellarien ist das Blatt nicht sehr verlängert. Die Spicula der globiferen Pedicellarien bogenförmig, nicht zugespitzt an den Enden: sie bilden keine Verbrämung. Die bihamaten

Spicula in den Füsschen sind verästelt. Die Stacheln sind ziemlich lang und stark; die Schale ist ziemlich flach.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65); **Döderlein** (156); **Ives** (330); **Loriol** (392); **Mortensen** (475a).

1 Art: *depressus* (A. Ag.).

Verbreitung: Japan. Littorale Formen.

(Mortensen.)

II. Unterfamilie *Strongylocentrotinae* Mrtsn. 1903.

Die Spicula der globiferen Pedicellarien bihamat (immer?), meist mit verästelten Spitzen. Keine hantelförmigen Spicula, auch nicht solche mit zugespitzten Enden. Globifere Pedicellarien mit wohl entwickeltem Hals mit Längs- und Ringmuskeln; Stiel röhrenförmig.

(Mortensen.)

1. Gattung *Strongylocentrotus* Brdt. 1834. emend. 1903.

Porenpaare zu je vielen. Porenfelder nicht petaloid auf der Actinalseite. Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Die Buccalmembran mit zahlreichen feinen Gitterplatten, von denen die meisten fast ganz in die Haut eingeschlossen sind. Spicula bihamat, verästelt oder unverästelt. Schale mehr oder weniger abgeflacht. Stacheln sehr verschiedenartig, von kurzen und feinen bis zu langen und plumpen.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (16, 17, 21); **Appellöf** (39); **Bell** (65, 79); **Danielssen u. Korén** (140); **Döderlein** (156); **Duncan u. Sladen** (193); **Fewkes** (211, 212, 212a); **Ganong** (235a); **Grieg** (267, 268, 268a); **Hoyle** (315); **Ives** (329); **Koehler** (356); **Levinsen** (376a); **Loriol** (392a); **Lovén** (403, 405); **Ludwig** (416a); **Meissner u. Collin** (447); **Möbius** (464); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (537, 537a); **Rankin** (563); **Rathbun** (566a); **Sladen** (613); **Valentin** (667); **Wagner** (680).

7 Arten: *chlorocentrotus* Brdt., *dröbachiensis* (Müll.), *franciscanus* (A. Ag.), *intermedius* (Barn.), *nudus* A. Ag., *pulcherrimus* (Barn.), *purpuratus* Stps.

Verbreitung: Nordatlantischer Ocean, Arktisches Meer *(Str. dröbachiensis)*, Nordpacifischer Ocean (alle Species). Littorale Formen.

(Mortensen.)

2. Gattung *Anthocidaris* Ltk. 1864. emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; die Porenfelder sind etwas petaloid auf der Actinalseite. Die Buccalmembran enthält zahlreiche feine Gitterplatten, die meist ganz in die Haut eingebettet sind. Spicula der Füsschen biacerat, leicht bogig, mit einer ziemlich kräftigen Spitze in der Mitte der convexen Seite. Die Schale ist ziemlich flach, die Stacheln sind ziemlich lang und dick.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Mortensen** (475a).

2 Arten: *crassispina* A. Ag., *homalostoma* (Val.).

Verbreitung: Japan, China, Neu-Seeland. Littorale Formen.

(Mortensen.)

III. Unterfamilie ***Parasaleniinae*** Mrtsn. 1903.

Spicula der globiferen Pedicellarien bihamat, unverästelt, die der Füsschen biacerat mit einem Paar kurzer Vorsprünge auf der concaven Seite. Die globiferen Pedicellarien ohne Hals; Stiel compact. Einschnitte in die Schale klein (*P. pöhli* nicht untersucht).

(Mortensen.)

1. Gattung *Parasalenia* A. Ag. 1863. emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Buccalmembran mit zahlreichen feinen Gitterplatten; keine Stacheln auf den Buccalplatten. Periproct bedeckt von vier grossen Platten. Schale länglich. Stacheln lang und kräftig.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Ludwig** (419); **Meissner** (444); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (536); **Rathbun** (566a); **Stewart** (626); **Tenison-Woods** (691).

2 Arten: *gratiosa* A. Ag., *pöhli* Pfeff.

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

11. Familie ***Echinometridae*** Gray 1855. emend. Mrtsn. 1903.

Die globiferen Pedicellarien mit Endzahn und einem unpaaren kräftigen Seitenzahn. Blattränder beinahe immer durch Querbalken über die Innenseite verbunden; kein Hals. Nur bihamate Spicula vorhanden. Schaleneinschnitte klein. Pedicellarienstiel compact.

(Mortensen.)

1. Gattung *Pseudechinus* Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Die Buccalmembran fast ganz nackt bis auf die Buccalplatten. Stacheln von mittlerer Länge, schlank. Form der Schale regelmässig, *Echinus*-ähnlich.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Hutton** (317); **Mortensen** (475a).

1 Art: *albocinctus* (Hutt.).

Verbreitung: Neu-Seeland. Littorale Form.

(Mortensen.)

2. Gattung *Heliocidaris* Desm. 1846.
emend. Mrtsn. 1903.
(Synonym: *Euechinus* Verrill.)

Porenpaare zu je 3; Primärtuberkeln nur auf jeder zweiten oder dritten Ambulacralplatte. Die Buccalmembran mit zahlreichen feinen Gitterplatten, die in die Haut eingebettet sind. Keine Stacheln auf den Buccalplatten. Die triphyllen Pedicellarien mit eigenthümlichen fingerförmigen Fortsätzen an der Apophyse (die triphyllen Pedicellarien der übrigen Gattungen sind von gewöhnlichem Bau). Stacheln kurz, kräftig, grünlich; die secundären Stacheln keulenförmig. Form der Schale regelmässig, *Echinus*-ähnlich.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (57, 76a); **Farquhar** (204); **Hutton** (317); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

3 Arten: *chlorotica* (Val.), *rarituberculata* (J. Bell); ? *australiae* (Ten.-Woods) [nicht untersucht: Mortensen].

Verbreitung: Neu-Seeland, Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

3. Gattung *Echinostrephus* A. Ag. 1863.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je 3, seltener zu je 4; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Buccalmembran mit zahlreichen Gitterplatten, von denen die meisten Pedicellarien tragen. Keine Stacheln auf den Buccalplatten. Die Form der Schale ist sehr eigenthümlich, flach und breit oben, schmal unten. Die Stacheln sind ziemlich dünn, schwarz, die der Oberseite lang, steil aufgerichtet.

(Mortensen.)

Litteratur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65, 75); **Döderlein** (159); **Loriol** (392); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Stewart** (626); **Studer** (631); **Yoshiwara** (697).

2 Arten: *molare* (Blv.); ? *pentagonus* Yoshiwara [nicht untersucht: Mortensen].

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

4. Gattung *Toxocidaris* A. Ag. 1863.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Buccalmembran mit ziemlich wenig Platten, von denen die meisten Pedicellarien tragen; keine Stacheln auf den Buccalplatten. Form der Schale regelmässig, *Echinus*-ähnlich. Stacheln ziemlich lang und dick.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65, 73, 75); **Farquhar** (205); **Mortensen** (475a); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

3 Arten: *armigera* (A. Ag.), *erythrogrammus* (Val.), *tuberculata* (Lm.).

Verbreitung: Australien. Littorale Formen.

(Mortensen.)

5. Gattung *Echinometra* Meuschen 1778.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Buccalmembran mit zahlreichen feinen Gitterplatten, von denen nur wenige Pedicellarien tragen. Die Form der Schale ist mehr oder minder länglich. Stacheln ziemlich lang und dick.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 23); **Arango** u. **Molina** (40a); **Bell** (34a, 65, 67, 69, 75, 76a, 82, 83); **Döderlein** (156); **Farquhar** (205); **Greeff** (259); **Koehler** (349); **Lovén** (403, 405, 406); **Loriol** (392, 393); **Ludwig** (412, 416, 419); **Meissner** (443); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (564, 565, 566a); **Studer** (631); **Walter** (682); **Tenison-Woods** (691).

6 Arten: *lucunter* (L.), *mathaei* (Blv.), *oblonga* (Blv.), *van-brunti* A. Ag., *viridis* A. Ag.; *? macrostoma* (Ltk.).

Verbreitung: Kosmopolitisch in der warmen Zone. Littorale Formen.

(Mortensen.)

6. Gattung *Heterocentrotus* Brdt. 1835.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Buccalmembran mit zahlreichen Gitterplatten, die theilweise in die Haut eingesenkt sind. Stacheln sowohl auf den Buccalplatten, als auch auf den Platten ausserhalb dieser. Schale länglich. Die Primärstacheln ausserordentlich lang und breit, meist kantig; die secundären kurz, abgestumpft.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (65, 73, 75, 82, 83); **Döderlein** (156, 159); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (406); **Ludwig** (411, 419); **Mortensen** (475a); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566a); **Sluiter** (617, 618); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691, 692).

2 Arten: *mamillatus* (L.), *trigonarius* (Lm.).

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

7. Gattung *Colobocentrotus* Brdt. 1835.
emend. Mrtsn. 1903.

Porenpaare zu je vielen; Primärtuberkeln auf allen Ambulacralplatten. Porenfelder auf der Actinalseite petaloid. Buccalmembran mit zahlreichen Gitterplatten, die theilweise in die Haut eingehüllt sind. Stacheln sowohl auf den Buccalplatten, als auch auf den ausserhalb dieser liegenden Platten. Schale länglich, flach. Stacheln sehr kurz, dick, abgestumpft; sie bilden auf der Abactinalseite ein dichtes Mosaik. Die Stacheln am Ambitus länger, flach; die der Actinalseite von der gewöhnlichen Form.

(Mortensen.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (34a, 65); **Loriol** (392); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (419); **Mortensen** (475a); **Rathbun** (566a); **Studer** (631).

2 Arten: *atratus* (L.), *mertensi* Brdt.

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean. Littorale Formen.

(Mortensen.)

Folgende Species der *Echiniden, Toxopneustiden* und *Echinometriden* sind noch zwecks Einordnung in das Mortensen'sche System zu untersuchen und seien hier angeschlossen als:

Incertae sedis:

Echinus armatus Meijere (441 a);
" *maculatus* Lm. (1816: Anim. sans vert.);
" *multicolor* Yoshiwara (697);
Toxocidaris globulosus A. Ag. (1);
" *mexicanus* A. Ag. (1863: Bull. Mus. comp. Zool., I.).

B. *Irregularia* Cuv. 1817.

Im Querschnitt sehr verschiedenartig geformte, sogenannte bilaterale Seeigel, bei denen der Mund central oder excentrisch liegt, der After dagegen immer aus dem Scheitel in den hinteren Interradius gerückt ist.

I. **Gnathostomata** Zittel 1879.

Kiefer, Zähne und Kiefergerüst entwickelt. Mund central.

A. *Holectypoida* Dunc. 1889.

Aeussere Kiemen vorhanden. Kiefer und Kiefergerüst nur schwach entwickelt. Ambulacra bandförmig, nicht petaloid. Mit einem Paar Poren oder nur einer Pore auf jeder Ambulacralplatte. Sphäridien vorhanden.

12. Familie *Pygastridae* Gregory 1900.

Die bis auf eine Gattung nur fossil bekannte Familie umschliesst Formen, deren Peristom gross ist, und bei denen das Kiefergerüst aus nicht miteinander verbundenen aurikelartigen Fortsätzen besteht. After dorsal, etwas aus dem Scheitel nach hinten gerückt.

1. Gattung *Pygastrides* Lov. 1888.

Sehr kleine, fünfeckig eiförmige Form. Periproct dorsal, hinter dem Scheitel. Ambulacralplatten alle einfach: die ersten mit je einer Pore sind breit, auf ihnen stehen die länglichen Aurikeln, die nicht miteinander verbunden sind; Porenzonen in einer geraden Reihe. Sphäridien einzeln stehend. Die fünf an das Peristom grenzenden Interradialplatten sind breit und stehen nur zu je einer in jedem Interradius. Tuberkeln durchbohrt, crenulirt, die primären etwas grösser. Epistroma in üppigster Weise entwickelt.

(Lovén.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192); **Lovén** (401, 407).

1 Art: *relictus* (Lov.).

Verbreitung: Karaibisches Meer nahe bei den Virgin-Islands. Sublittorale — archibenthale Form.

B. *Clypeastroida* Dunc. 1889.

Aeussere Kiemen vorhanden. Kiefer und Kiefergerüst wohl entwickelt. Ambulacra nicht bandförmig, sondern meist petaloid (blattförmig). Mit Tentakelporen in den Interradien und mehr als ein Paar Poren auf jeder Ambulacralplatte. Sphäridien vorhanden.

13. Familie ***Fibulariidae*** Gray 1855. emend. Dunc. 1889.

Blätter der Ambulacra rudimentär, am Ende offen. After auf der Actinalseite. Kleine Formen.

1. Gattung *Echinocyamus* Phels. 1774.

Schale klein, dick, birnenförmig oder beinahe kreisförmig im Umriss, mit wenig convexer Ober- und besonders am Peristom concaver Unterseite. Der After liegt in der Mitte zwischen dem Peristom und dem hinteren Rand der Schale. Innere Scheidewände der Schale radiär nach dem Centrum des Actinostoms angeordnet. Stacheln kurz und schlank.

Literatur: **Agassiz** (8, 11, 17); **Bell** (79); **Danielssen** u. **Korén** (140); **Grieg** (267, 268, 268 a); **Koehler** (356); **Lovén** (403, 405); **Ludwig** (411); **Mazetti** (440, 441); **Meijere** (441 a); **Meissner** u. **Collin** (447); **Pfeffer** (535); **Ramsay** (562 a); **Rathbun** (565, 566, 566 a); **Studer** (631).

5 Arten: *crispus* Mazetti, *elegans* Mazetti, *pusillus* (Müll.), *provectus* Meijere, *scaber* Meijere.

Verbreitung: Nordatlantischer Ocean, Mittelmeer, Rotes Meer, Indischer Ocean, Florida, Karaibisches Meer. Littorale — abyssale Formen.

2. Gattung *Fibularia* Lm. 1816.

Schale klein, dünn, eiförmig oder langelliptisch, auf der Dorsalseite ziemlich kugelig, auf der Ventralseite abgeflacht und concav um Peristom und Periproct. Der After liegt näher dem Peristom als dem hinteren Rande der Schale. Innere Schalenwände fehlen.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 21); **Appellöf** (39); **Bell** (73); **Meijere** (441 a); **Pfeffer** (535); **Ramsay** (562 a); **Rathbun** (566 a); **Sladen** (613); **Tenison-Woods** (691); **Yoshiwara** (697).

5 Arten: *acuta* Yoshiwara, *australis* Desm., *cribrellum* Meijere, *minuta* (Pall.), *volva* Ag.

Verbreitung: Mittelmeer, Rotes Meer, Indisch-pacifischer Ocean, Japan. Littorale — archibenthale Formen.

14. Familie ***Laganidae*** A. Ag. 1872/4.

Kleine bis mittelgrosse, flache, im Querschnitt fünfeckig ovale Formen. Die inneren Schalenwände sind concentrisch angeordnet. Aktinale Ambulacralfurchen nicht verzweigt. Die lanzettförmigen Ambulacra sind am Ende nicht geschlossen.

1. Gattung *Laganum* Meuschen 1787
(incl. *Peronella* Gray 1825).
emend. Pfeff. 1881.

Mit 4 oder 5 Genitalporen (A. Agassiz und nach ihm Pfeffer haben die Formen mit nur 4 Genitalporen als Untergattung unter dem Gray'schen Namen *Peronella* zusammengefasst.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (71, 73, 75, 81, 83); **Döderlein** (156, 159); **Duncan** u. **Sladen** (195a); **Hutton** (317); **Ives** (330); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (403, 405); **Ludwig** (419); **Mazetti** (440, 441); **Pfeffer** (535, 538); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566a); **Sluiter** (616, 618); **Tenison-Woods** (691); **Whitelegge** (683).

13 Arten: *decagonale* (Less.), *dec. forma pallida* Pfeff., *depressum* Less., *elegans* Pfeff., *fragile* Mazetti, *fudsiyama* Död., *laganum* (Leske), *ludwigi* Pfeff., *orbiculare* (Leske), *pellucidum* Död., *peroni* Ag., *putnami* Barn., *rostratum* Ag., *rubrum* Död.

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean, Polynesisches Meer, Rotes Meer, Japan, Neu-Seeland. Littorale — archibenthale Formen.

15. Familie *Clypeastridae* Ag. 1836.

Grosse bis mittelgrosse, meist dickschalige Formen. Im Inneren der Schale finden sich mehr oder minder stark entwickelte Kalkpfeiler und Balken. Ambulacralblätter gewöhnlich petaloid, meist am Ende geschlossen. Furchen der Unterseite nicht verzweigt.

I. Unterfamilie *Clypeastrinae* Gregory 1900.

Meist grosse, dicke Formen. Die Mitte der Schale bei den meisten oben convex, auf der Unterseite concav. Petala geschlossen.

1. Gattung *Clypeaster* Lm. 1816.

Schale gross, dick, ziemlich flach. Peristom nicht sehr eingesunken. Die Kalkpfeiler und Balken im Innern der Schale dünn.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Bell** (73, 74); **Döderlein** (156); **Greeff** (259); **Loriol** (392); **Lovén** (405, 406); **Ludwig** (412, 419); **Mazetti** (440, 441); **Meijere** (441a); **Pfeffer** (535); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (564, 566, 566a); **Studer** (631).

5 Arten: *clypeus* Död., *excelsior* Död., *japonicus* Död., *rarispinus* Meijere, *rosaceus* (L.).

Verbreitung: Rothes Meer, Tropisch-subtropischer Theil des Indisch-pacifischen Oceans, Japan, China, Westküste von Afrika, Süd-Carolina, Florida, Karaibisches Meer, Brasilien. Littorale—sublittorale Formen.

2. Gattung *Diplothecanthus* Dunc. 1889.
(Diese und die folgende Gattung = *Echinanthus* autt.)*)

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch das tief eingesunkene Peristom und die dicken Kalkbalken und -Pfeiler im Innern der Schale.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Arango** u. **Molina** (40a); **Bell** (74); **Duncan** (192); **Pfeffer** (535); **Rathbun** (565, 566a).

1 Art: *reticulatus* (L.).

Verbreitung: Westindische Inseln, Florida. Littorale Formen.

3. Gattung *Plesianthus* Dunc. 1889.

Während die beiden vorigen Gattungen auch am Rande im Innern der Schale concentrische Scheidewände zeigen, fehlen dieselben bei diesem Genus.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (74, 75); **Duncan** (192); **Ives** (330, 331); **Ramsay** (562a); **Sladen** (613); **Yoshiwara** (697).

2 Arten: *testudinarius* (Gray), (?) *ogasawaraënsis* Yoshiwara.

Verbreitung: Japan, Rothes Meer, Sandwich-Inseln, La Paz, Australien. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

4. Gattung *Anomalanthus* J. Bell 1884.

Zeichnet sich durch die ganz eigenthümliche Form der oben nicht geschlossenen, sondern fast lyraförmig auseinander gehenden Ambulacren aus.

Literatur: **Bell** (74); **Duncan** (192); **Ramsay** (562a), **Tenison-Woods** (691).

1 Art: *tumidus* (Ten.-Woods).

Verbreitung: Australien. Littorale Form.

II. Unterfamilie *Arachnoidinae* Gregory 1900.

Flache, scheibenförmige Formen. Petala offen.

1. Gattung *Arachnoides* Ag. 1841.

Schale flach, im Umriss kreisförmig, am Rand dünn, in der Mitte kaum erhoben.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (75, 79, 81, 82); **Duncan** (192); **Duncan** u. **Sladen** (195a); **Farquhar** (204); **Loriol** (393); **Lovén** (403, 405, 406); **Pfeffer** (535); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

1 Art: *placenta* (L.).

Verbreitung: Indisch-pacifischer Ocean, Neu-Seeland. Littorale Form.

*) Den Namen *Echinanthus* hat Duncan für fossile Formen reservirt.

2. Gattung *Alexandria* Pfeff. 1880.

Schale sehr dünn, am Rande flach, fünfeckig, mit vorspringenden breit zugerundeten Ecken und concav eingezogenen Seiten dazwischen. Das Scheitelfeld ist scharf begrenzt, zehneckig, ausserordentlich klein. 5 Genitalporen und 5 grosse deutliche Ocularporen. Ambulacra distal breit offen. Ambulacralfurchen der Unterseite einfach. After in einer tiefen marginalen Einbuchtung.

(Pfeffer p. p.)

Literatur: **Duncan** (192); **Loriol** (392a, III); **Pfeffer** (535).

1 Art: *magnifica* Pfeff.

Verbreitung: Neu-Caledonien. Littorale Form.

16. Familie *Scutellidae* Gray 1825.

Mittelgrosse, sehr flache, scheibenförmige Formen. Bei den meisten zeigt die Schale Löcher oder schlitzförmige Einschnitte in der Schale. Furchen der Unterseite verzweigt.

1. Gattung *Echinarachnius* Leske 1778.

Schale ohne Löcher und Randschlitze. Umriss der Schale fast kreisförmig. After am Rande oder fast am Rande. 4 Genitalöffnungen.

Literatur: **Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Döderlein** (156); **Fewkes** (212a); **Ganong** (235a); **Ives** (330); **Koehler** (356); **Lovén** (403, 405); **Meissner** (443); **Pfeffer** (535); **Tenison-Woods** (691); **Yoshiwara** (697).

5 Arten: *excentricus* Eschsch., *mirabilis* Barn., *pacificus* Pfeff., *parma* (Lm.), *tenuis* Yoshiwara.

Verbreitung: Ost- und Westküste von Nordamerika, Japan, Kamtschatka, Australien, Neu-Seeland, Indischer Ocean, Rotes Meer. Littorale — archibenthale Formen.

2. Gattung *Echinodiscus* Leske 1778.

Die hinten abgestutzte Schale zeigt 2 Löcher oder Schlitze, die in der Richtung der beiden hinteren Ambulacra liegen.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bedford** (56a); **Bell** (69, 76a); **Döderlein** (159, 159a); **Loriol** (392, 393); **Ludwig** (419); **Mazetti** (440, 441); **Meissner** (443); **Pfeffer** (535).

3 Arten: *auritus* Leske, *aur. var. tenuissima* (Ag. Des.), *bisperforatus* Leske, *biforus* (Lm.).

Verbreitung: Japan, Ostküste von Afrika, Rotes Meer, Mauritius, Madagaskar, Ceylon, Java, Philippinen, Thursday-Insel, Neu-Caledonien. Littorale Formen.

(Duncan.)

3. Gattung *Encope* Ag. 1840.

Schale mit einem Loch in dem hinteren Ambulacrum und 4—5 ambulacralen Einschnitten in die Schale, die durch Schliessung oft zu Löchern werden. Fünf Genitalporen.

Literatur: **Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20 a); **Lovén** (403, 405); **Ludwig** (416); **Pfeffer** (535); **Rathbun** (564, 565, 566).

6 Arten: *californica* Verrill, *emarginata* (Leske), *grandis* Ag., *michelini* Ag., *micropora* Ag., *pacifica* Pfeff.

Verbreitung: Westküste von Amerika, Californien, Westindien, Yucatan, Panama, Florida. Littorale Formen.

(Duncan)

4. Gattung *Mellita* Ag. 1841.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch das Vorhandensein von nur vier Genitalporen.

Literatur: **Agassiz** (8, 16, 17); **Arango** u. **Molina** (40 a); **Grave** (Science (2) XV); **Lovén** (403); **Pfeffer** (535); **Rathbun** (564, 565).

5 Arten: *erythraea* Gray, *longifissa* Mich., *pacifica* Verrill, *quinquiesperforata* (Leske), *sexiesperforata* (Leske).

Verbreitung: Golf von Californien, Panama bis Peru, Galapagos, Westindien, Nord- und Süd-Carolina, Florida, Bermudas, Brasilien, ? Rothes Meer. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

5. Gattung *Mellitella* Dunc. 1889.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung, zu der sie von Duncan als Untergattung gestellt wird, dadurch, dass die ambulacralen Schalenrandeinschnitte sich nie zu Löchern schliessen.

Literatur: **Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Pfeffer** (535).

1 Art: *stokesi* (Ag.).

Verbreitung: Westküste von Central- und Süd-Amerika. Littorale Form.

6. Gattung *Astriclypeus* Verrill 1867.

Nur 5 ambulacrale Löcher in der Schale.

Literatur: **Agassiz** (8, 17); **Döderlein** (156); **Meissner** (443).

1 Art: *manni* Verrill.

Verbreitung: China und Japan. Littorale Form.

7. Gattung *Rotula* Meuschen 1787.

Schale hinten mit zahlreichen tiefen Randeinschnitten, so dass der hintere Theil gelappt oder gefingert erscheint.

Literatur: **Agassiz** (8, 17); **Broan** (106 a); **Greeff** (259); **Lovén** (403, 406); **Pfeffer** (535); **Rochebrune** (Nouv. Arch. Mus. Paris (2) IV. p. 328; **Studer** (631).

2 Arten: *dentata* (Leske), *orbiculus* (L.)

Verbreitung: Tropisch-subtropischer Theil des Atlantischen Oceans. Littorale Form.

? 8. Gattung *Moulinsia* Ag. 1841.*)

Die Gattung ist dadurch characterisirt, dass der ganze Rand der Schale schwach eingekerbt ist, so dass er gelappt erscheint.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Lütken** (420, 421).

1 Art: *cassidulina* (Desm.).

Verbreitung: Martinique. ? Littorale Form.

II. **Atelostomata** Zittel 1879.

Ohne Kiefergerüst und Zähne.

A. ***Asternata*** Gregory 1900.

Ohne Sternum und ohne Fasciolen. Peristom niemals zweilippig.

17. Familie ***Echinoneïdae*** A. Ag. 1881.

Ambulacra bandförmig, ähnlich denen der regulären Seeigel. Keine Floscelle. Peristom central.

1. Gattung *Echinonëus* Phels. 1774.

Schale klein, dünn, eiförmig. Afterfeld gross, birnenförmig. Die Afteröffnung liegt in der Mitte zwischen dem centralen Peristom und dem Schalenrande.

Literatur: **Agassiz** (8, 16, 17, 21): **Arango** u. **Molina** (40a); **Bell** (69, 73 76a, 83); **Hutton** (317); **Loriol** (392); **Lovén** (403); **Ludwig** (419); **Rathbun** (566a); **Smith** (Phil. Trans. vol. 168); **Studer** (631).

3 Arten: *abnormalis* Loriol, *cyclostoma* Leske, *minor* Leske.

Verbreitung: Tropisch-subtropischer Theil des Indopacifischen Oceans, Australien, Karaibisches Meer, Florida. Littorale Formen.

18. Familie ***Nucleolitidae*** Gregory 1900.

Kleine bis mittelgrosse, sehr dünnschalige Formen. Ambulacra petaloid verbreitert. Keine Floscelle. Peristom nicht central, excentrisch.

1. Gattung *Nucleolites* Lm. 1801.
(= *Echinobryssus* Breyn 1732 et autt.)

Schale dünn, nicht sehr hoch, vorne rund, hinten am breitesten und mehr oder minder abgestutzt; oben gewölbt, unten concav. Afterfeld in einer vertieften Furche. Die Mundöffnung liegt quer zur Längsachse der Schale.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (Ann. Mag. N. H. 1887 (5) 20. p. 125—127); **Duncan** (192); **Hutton** (317); **Ludwig** (419).

*) A. Agassiz und Lütken halten diese Gattung des älteren Agassiz für junge *Encope*. Duncan führt sie als selbstständige Gattung auf.

2 Arten: *occidentalis* J. Bell, *recens* M.-E.

Verbreitung: Neu-Seeland, Madagascar, Bahama-Inseln. Littorale Formen.

2. Gattung *Oligopodia* Dunc. 1889.

Unterscheidet sich von dem vorigen Genus dadurch, dass die Ambulacralporen vom petaloiden Theile an einzeln stehen. Die Mundöffnung liegt in der Richtung der Längsaxe der Schale.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Martens** (436).

1 Art: *epigonus* (Marts.).

Verbreitung: Tropischer Theil des Indischen Oceans. ? Littorale Form.

3. Gattung *Anochanus* Gr. 1869.

Anstatt des Apicalsystems findet sich eine Oeffnung, die in eine Bruttasche führt, die mit der Leibeshöhle nicht communicirt.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Grube** (280, 281).

1 Art: *sinensis* Gr.

Verbreitung: ? China. ? Littorale Form.

4. Gattung *Aphanopora* Meijere 1902.

Die Gattung ist mit *Echinobryssus* (= *Nucleolites* Lm.) nahe verwandt, unterscheidet sich aber sofort durch die fehlenden Ambulacralblätter bez. die ungepaarten Poren. Namentlich mit *Echinobryssus recens* M.-E. hat sie in der Form grosse Aehnlichkeit.

(Meijere.)

Literatur: **Meijere** (441 a).

1 Art: *echinobryssoides* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean. Archibenthale Form.

19. Familie ***Cassidulidae*** Ag. 1847.

Ambulacra petaloid, oder nicht, und distal geschlossen oder offen. Eine Floscelle vorhanden. Peristom meist excentrisch.

1. Gattung *Rhynchopygus* Orb. 1855.

Kleine bis mittelgrosse, längliche, hinten etwas verbreiterte, dünnschalige Formen. 4 Genitalporen. Afteröffnung am Rande des Rückens, überragt von dem betreffenden Interambulacraltheil der Schale schnauzenförmig.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Rathbun** (566a).

2 Arten: *caribaearum* (Lm.), *pacificus* (A. Ag.).

Verbreitung: Karaibisches Meer, Panama, Californien, Galapagos-Inseln (Duncan). Littorale — sublittorale Formen.

2. Gattung *Studeria* Dunc. 1889.
= *Catopygus* autt. p. p.

Schale klein, cylindrisch, länger als breit, vorne niedrig, hinten etwas gekielt und abgestutzt. Am Ende des Kiels der After. Die Ambulacra haben nur je eine Pore auf jeder Platte unterhalb des petaloiden Theils.

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192); **Studer** (631).

2 Arten: *loveni* (Th. Stud.), *recens* (A. Ag.).

Verbreitung: Australische Meere, südlich vom Cap der guten Hoffnung, Ostindischer Ocean. Sublittorale Formen. (Duncan.)

3. Gattung *Conolampas* A. Ag. 1883.
(= *Conoclypeus* A. Ag. 1878.)

Ambitus deutlich kreisförmig. Schale höher als breit. Abactinale Seite deutlich conisch, actinale flach. Ambulacra parallel, nicht petaloid, distal offen. Peristom central.

Literatur: **A. Agassiz** (16, 21); **Bell** (63); **Duncan** (192); **Loriol** (392); **Rathbun** (566, 566a).

1 Art: *sigsbei* (A. Ag.).

Verbreitung: Karaibisches Meer. Sublittorale — archibenthale Form.

4. Gattung *Echinolampas* Gray 1825.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch die Form der Ambulacra, die bei diesem Genus meist petaloid sind. Die Schale ist von wechselnder Form: sowohl eiförmig, als rund, hoch kegelförmig, oder mehr oder minder flach.

Literatur: **Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Alcock** (33); **Bell** (63, 76a); **Cotteau** (Bull. soc. France XIV. p. 340—342); **Loriol** (392); **Rathbun** (566a); **Sladen** (613).

6 Arten: *alexandri* Loriol, *blanchardi* Cotteau, *castanea* Alc., *depressa* Gray, *oviformis* (Leske), *richardi* Desm.

Verbreitung: Rothes Meer, tropisch-subtropischer Theil des Indopacifischen Oceans, Australien, Cap der guten Hoffnung, Cap Palmas (Liberia), Senegalmündung, Karaibisches Meer. Littorale — sublittorale Formen.

5. Gattung *Neolampas* A. Ag. 1869.

Schale dünn, klein, birnenförmig, hinten abgestutzt. Ambulacra nicht petaloid.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21); **Bell** (63, 79); **Duncan** (192); **Meijere** (441 a); **Rathbun** (566 a), **Wyv. Thomson** (641).

2 Arten: *rostellata* A. Ag., *tenera* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean, Karaibisches Meer, Nordostatlantischer Ocean. Sublittorale — archibenthale Formen.

B. *Sternata* Gregory 1900.

Sternum wohl entwickelt. Peristom excentrisch. Viele mit Fasciolen.

20. Familie *Spatangidae* Gray 1825.

Vorderes Ambularum reducirt. Apicalsystem compact. Sternum entweder amphisternal oder meridosternal.

(Gregory.)

Section*) α: *Adetinae* Gregory 1900.

Fasciolen fehlen.

1. Gattung *Platybryssus* Gr. 1865.

Schale langgezogen, stumpf eiförmig, flach gewölbt. After oben an der steil abfallenden Hinterfläche. Vier am Scheitel zusammengedrängte Genitalporen. Unpaares Ambulacrum besteht aus zwei Reihen einfacher Poren. Die Ambulacren sind nicht eingesunken, so dass die Oberseite eine gleichmässige Wölbung zeigt. Die Mundöffnung stellt ein neunseitiges, breites Polygon dar und liegt fast ganz in einer Horizontalebene. Stachelhöcker klein, theils deutlich crenulirt und durchbohrt, theils ganz winzig und glatt.

(Grube.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Grube** (283, dort ist fälschlich **Gurlt** gedruckt).

1. Art: *roemeri* Gr.

Verbreitung: Fundort unbekannt.

2. Gattung *Amphipneustes* Khlr. 1900**).

Schale gewölbt, conisch, auf der Unterseite abgeflacht, im Umriss deutlich eiförmig und hinten nicht abgestutzt. Das Peristom ist transversal verbreitert, liegt dem Vorderrand nahe und hat eine stark hervorspringende hintere Lippe. Das Periproct liegt auf der Bauchseite vor dem hinterem Rande des sternalen Plastrons. Das Apicalsystem ist com-

*) Diese Unterabtheilungen sind absichtlich Sectionen und nicht Unterfamilien benannt, da die Eintheilung nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Fasciolen kaum natürlich sein dürfte.

**) Auf pag. 1343 ist versehentlich die Gattung *Peripatagus* Khlr. unter die *Adetinae* aufgenommen; sie muss, da sie eine Fasciole besitzt, zu den *Prymnadetinae* gestellt werden.

pact und aus sehr deutlichen Platten gebildet; die Madreporenplatte ist klein und reicht nicht über die Genitalplatten hinaus. Das vordere Ambulacrum liegt in der Ebene der Schale und gleicht den übrigen in der Anordnung der Poren. Die petaloide Form der lateralen Ambulacra ist sehr deutlich; sie zeigen eine grosse Tendenz, sich oben zu schliessen. Die Poren jeden Paares sind gleich. Die Primärtuberkeln sind klein, crenulirt, durchbohrt und gleichmässig über die Rückenseite der Schale vertheilt.

(Koehler.)

Literatur: **Koehler** (357 a).

1 Art: *lorioli* Khlr.

Verbreitung: Antarctisches Meer. Archibenthale Form.

3. Gattung *Palaeopneustes* A. Ag. 1873.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung dadurch, dass die hintere Seite der Schale abgestutzt und die Madreporenplatte bedeutend grösser ist als die übrigen 3 Genitalplatten. Das vordere Ambulacrum der Rückenseite ist bei *Palaeopneustes* verkürzt, und die Ambulacren sind oben offen. Die Tuberkeln der Rückenseite sind grösser, als die der Actinalseite.

Literatur: **A. Agassiz** (11, 16, 17, 20a, 21); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20a); **Döderlein** (159b); **Duncan** (192); **Koehler** (357a); **Meijere** (441a); **Rathbun** (566, 566a); **J. Wagner** (Anatomie d. *Palaeopneustes niasicus* in: Wissenschaftliche Ergebnisse d. Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—99. V. Bd. 1. Lfg. Jena, 1903. 4⁰.)

5 Arten: *cristatus* A. Ag., *fragilis* Meijere, *hystrix* A. Ag., *niasicus* Död., *? spectabilis* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean, Karaibisches Meer. Littorale—sublittorale Formen.

4. Gattung *Plesiozonus* Meijere 1902.

Die Gattung ist wohl mit *Palaeopneustes* nahe verwandt, unterscheidet sich aber besonders durch die einander sehr genäherter Porenzonen und durch die Lage der eingeschlossenen Platten am Ende der petaloiden Partie, die mit normalen breiten Platten abwechseln.

(Meijere.)

Literatur: **Meijere** (441 a).

1 Art: *hirsutus* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean. Sublittorale Form.

5. Gattung *Genicopatagus* A. Ag. 1879.

Die Gattung, die in mancher Hinsicht *Palaeopneustes* gleicht, auch in der äusseren Form, ist vor allem auffallend durch die geringe Zahl

von Coronalplatten, aus denen die Schale besonders in den Interambulacren zusammengesetzt ist. Sie zeichnet sich in dieser Hinsicht unter den *Irregularia* aus, wie die *Cidariden* unter den *Regularia*.

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192).

1. Art: *affinis* A. Ag.

Verbreitung: Antarctisches Meer. Abyssale Form.

(Duncan.)

6. Gattung *Palaeobryssus* A. Ag. 1883.

Schale ziemlich flach, von oben gesehen oval, hinten schräg nach vorn abgestutzt. Apicalsystem klein und compact. Die in der Ebene der Schale liegenden, nicht petaloiden, sondern distal weit offenen Ambulacren divergiren stark voneinander. Periproct kreisförmig auf der hinteren Schalenabstutzung.

Literatur: **A. Agassiz** (16, 21, 22); **Duncan** (192): **Rathbun** (566a).

1 Art: *hilgardi* A. Ag.

Verbreitung: Barbados. Littorale — sublittorale Form.

Section β: ***Prymnadetinae*** Gregory 1900.

Fasciolen vorhanden, aber keine Subanalfasciole.

1. Gattung *Hemiaster* Des. 1847.
(incl. *Tripylus* Phil. 1845 und *Abatus* Trosch. 1851.)

Schale herzförmig, fast kreisrund, gewölbt; vordere paarige Ambulacren stehen fast quer. Scheitel subcentral. Peripetale Fasciole vorhanden. Die Blätter der Ambulacralrosette sind tief eingesenkt und bilden bei vielen Bruträume für die jungen Thiere, die hierin durch die sich quer über die Rinnen legenden Stacheln festgehalten werden.

2—4 Genitalöffnungen (danach die Eintheilungen von Philippi *(Tripylus)*, Troschel *(Abatus)* und Lovén.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20a); **Bell** (75, 83a); **Bernard** (Bull. mus. Paris I); **Duncan** (192); **Duncan** u. **Sladen** (195a); **Gauthier** (237); **Koehler** (357a); **Lovén** (401, 403, 404); **Meissner** (445, 446); **Pfeffer** (536a); **Philippi** (539a); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566, 566a); **Studer** (629, 631); **Tenison-Woods** (693); **Wyv. Thomson** (641a, Voy. Challenger, The Atlantic II, pag. 229 ff.).

8 Arten: *apicatus* J. Bell, *cavernosus* (Phil.), *excavatus* (Phil.), *expergitus* Lov., *florigerus* Th. Stud., *gibbosus* A. Ag., *mentzi* A. Ag., *zonatus* A. Ag.

Verbreitung: Patagonien, Chile, Antarctisches Meer, östlicher Theil des Atlantischen Oceans, Karaibisches Meer, Bahia, Canarische Inseln, Japan, Arafura-See. Littorale — archibenthale Formen.

2. Gattung *Faorina* Gray 1851.

Schale mittelgross, im Umriss breit herzförmig, vorn eingebuchtet, hinten schmaler und abgestutzt. Das vordere Ambulacrum liegt in einer Grube. Die seitlichen Ambulacren sind gerade, eingesunken, divergirend, distal offen und reichen beinahe bis auf die Actinalseite. Die hinteren sind nicht so lang und nicht so divergirend, wie jene. Die peripetale Fasciole folgt dem Umriss der Schale, ihr vorderer Theil ist doppelt, mit oder ohne Ausläufer. Die infra-anale Fasciole erstreckt sich von hinter dem Periproct bis zu dem Ambitus nahe den Ambulacren.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Lovén** (403).

1 Art: *chinensis* Gray.

Verbreitung: China, Sandwich-Inseln. Littorale Form.

?3. Gattung *Peripatagus* Khlr. 1895.

Die Gattung ist auf kleine, 1,5 bis 2,1 cm grosse Exemplare gegründet. Nach dem Autor gleichen diese äusserlich sehr *Platybryssus*; es findet sich jedoch als charakteristisches Merkmal eine Fasciole rings um die Schale. Die Art des Verlaufs dieser Fasciole ist analog derjenigen, die A. Agassiz (17) für *Calymne relicta* angiebt und abbildet.

(Koehler p. p.)

Literatur: **Koehler** (354).

1 Art: *cinctus* Khlr.

Verbreitung: Azoren: Westspitze von Sao Jorge. Archibenthale Form.

4. Gattung *Linthia* Merian 1853.
(incl. *Periaster* A. Ag. 1983.)

Schale oval oder herzförmig, vorn eingebuchtet, hinten entweder etwas zugespitzt oder abgestutzt. Oben gewölbt, actinal flach. Das vordere Ambulacrum liegt in einer breiten Grube. Die beiden seitlichen Ambulacren divergiren stark, sind distal fest geschlossen und länger als die hinteren, die auch nicht so stark divergent sind, wie jene. Die peripetale Fasciole ist sehr winklig, und von ihr zweigt sich eine laterale ab, die das Periproct umläuft.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17, 22); **Lovén** (403); **Mazetti** (440, 441); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566, 566a); **Smith** (619); **Tenison-Woods** (691).

5 Arten: *assabensis* Mazetti, *australis* Gray, *limicola* A. Ag., *rostrata* E. Sm., *tenuis* (A. Ag.).

Verbreitung: Rothes Meer, Arafura-See, Australien, Tasmanien, ? Pacifische Inseln, Golf von Panama, Westindien. Littorale — sublittorale Formen.

5. Gattung *Schizaster* Ag. 1847.

Schale breit, vorn deprimirt, hinten hoch und schmal. Scheitel dem Hinterende sehr genähert. Ambulacren sehr tief, die vorderen paarigen dem unpaaren fast parallel, die hinteren viel kürzer als die vorderen. Unpaares Ambulacrum breiter, mit 2 Doppelreihen von Poren. Peripetale Fasciole sehr gebogen, im ganzen dem Verlaufe der Ambulacren folgend, aber ohne dass sie sie anders, als an den Enden die Ambulacralfurchen direct berührt. Die seitliche Fasciole viel breiter als bei *Moira*. Genitalporen 2 (dann die hinteren) oder 3 oder 4. Fünf Augenporen. Stacheln auf dem Sternum am Ende spatelförmig.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Arango** u. **Molina** (40a); **Bolau** (92); **Danielssen** u. **Korén** (140); **Döderlein** (156); **Fewkes** (212a), **Ganong** (235a); **Grieg** (267, 268, 268a); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (411); **Meissner** (445, 446); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566a); **Sladen** (613); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (692).

12 Arten: *affinis* Th. Stud., *canaliferus* (Lm.), *edwardsi* Cott., *fragilis* (D. K.), *gibberulus* Ag., *lacunosus* (L.), *latifrons* A. Ag., *moseleyi* A. Ag., *orbignyanus* A. Ag., *philippii* (Gray), *townsendi* A. Ag., *ventricosus* Gray.

Verbreitung: Kosmopolitisch. Littorale — abyssale Formen.

6. Gattung *Agassizia* Val. 1846.

Schale sehr dünn, eiförmig. Vordere paarige Ambulacren sehr verlängert und nur aus zwei Reihen einfacher Poren bestehend. Hintere Ambulacren kurz, mit 2 Reihen von Doppelporen. Peripetale Fasciole sehr gebogen; von ihr geht eine laterale Fasciole aus, die unter dem After durchgeht. 4 Geschlechtsöffnungen, einander sehr genähert. After im oberen Theil der Hinterfläche, quer. Madreporenplatte innen mit einer Röhre, die schief nach hinten gerichtet ist.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20a); **Bolau** (92, 93); **Lovén** (403); **Rathbun** (565, 566, 566a).

2 Arten: *excentrica* A. Ag., *scrobiculata* Val.

Verbreitung: Florida, Golf Strom, Karabische Insel, Peru, Panama, Golf von Californien. Littorale — archibenthale Formen.

(Duncan.)

7. Gattung *Moira* Michel. 1855.

Schale kugelig-eiförmig, schwach polyedrisch; Scheitel etwas nach hinten gerückt. Ambulacren in sehr vertieften, oben fast schlitzförmigen Furchen; unpaares Ambulacrum breiter, mit zwei Doppelreihen von Poren. Die peripetale Fasciole schliesst sich in ihrem ganzen Verlaufe genau dem Rande der Ambulacralfurchen an; eine schmale laterale Fasciole geht von der peripetalen aus unter dem After durch. Mund zweilippig, weit

nach vorn gerückt, sein Rand verdickt. After ungefähr in der Mitte der Hinterfläche, elliptisch, oben und unten in eine Spitze verlaufend.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (76); **Bolau** (92); **Grave** (Science (2.) XV); **Lovén** (403); **Ludwig** (419); **Rathbun** (566 a).

3 Arten: *atropos* (Lm)., *clotho* Michel., *stygia* A. Ag.

Verbreitung: Rothes Meer, Zanzibar, Westindien bis N. Carolina, Californien. Littorale Formen.

(Duncan.)

8. Gattung *Moiropsis* A. Ag. 1881.

Unterscheidet sich von der vorigen Gattung hauptsächlich durch die *Echinocardium*-ähnliche Schale, die an der Hinterseite unten in einen schiffsschnabelförmigen Fortsatz ausläuft, und dadurch, dass sämmtliche Ambulacren petaloid sind und in ziemlich breiten, offenen Einsenkungen der Schale liegen.

Literatur: **A. Agassiz** (7 [*Schizaster claudicans*], 17); **Duncan** (192).

1 Art: *claudicans* (A. Ag.).

Verbreitung: Indischer Ocean. Littorale — sublittorale Form.

9. Gattung *Aceste* Wyv. Th. 1877.

Schale klein im Umriss ei- bis herzförmig, vorn am breitesten. Auf dem Rücken am Vorderrande eine tiefe Grube. Hinten am schmalsten und mehr oder weniger senkrecht oder schräg abgestutzt. Eine pentagonale, peripetale Saumlinie um das vordere tiefe Ambulacrum, das Apicalfeld, das hinter der tiefen Ambulacralfurche liegt, mit umschliessend.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192); **Rathbun** (566 a); **Wyv. Thomson** (The Atlantic I, 1877).

1 Art: *bellidifera* Wyv. Th.

Verbreitung: Indopacifischer Ocean, Buenos-Aires bis Tristan da Cunha, Canarische Inseln. Abyssale Form.

10. Gattung *Aërope* Wyv. Th. 1877.

Schale sehr in die Länge gestreckt, meist cylindrisch, höher als breit, hinten oval und zugespitzt, vorn im Randumriss schwach rundlich und nach vorn abgeschrägt. In der Mitte am höchsten, Actinalseite hinter dem Peristom convex. Eine breite, breit elliptische, peripetale Fasciole umschliesst den vorderen, abgeschrägten Theil der Schale.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17, 22); **Duncan** (192); **Rathbun** (565); **Wyv. Thomson** (The Atlantic I, 1877).

2 Arten: *fulva* A. Ag., *rostrata* Wyv. Th.

Verbreitung: Golf von Panama, Ostküste von Amerika, Arafura-See, Davis-Strasse, Bay von Biscaya, portugiesische Küste. Archibenthale bis abyssale Formen.

Section γ: ***Prymnodesminae*** Gregory 1900.

Subanale Fasciole vorhanden.

1. Gattung *Bryssus* Modeer 1793.

Schale oval, Scheitel excentrisch nach vorn gerückt. Paarige Ambulacren schmal, in nicht sehr tiefen Furchen; die vorderen fast quer, die hinteren fast longitudinal; vorderes Ambulacrum auf der Höhe der Schale oder in einer sehr flachen Furche. Peripetale Fasciole sehr stark gebogen. Mund dem Vorderrande sehr genähert. 4 Geschlechtsöffnungen, die hinteren grösser und weiter voneinander entfernt, als die vorderen. Madreporenplatte hinter den hinteren Geschlechtsöffnungen und zwischen dieselben tretend. Fünf Augenporen vor den Genitalporen und mit ihnen abwechselnd. (Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Arango u. Molina** (40a); **Bedford** (56a); **Bell** (83); **Bolau** (92, 93); **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Loriol** (392); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (411); **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566a).

5 Arten: *carinatus* (Lm.), *columbaris* (Lm.), *damesi* A. Ag., *obesus* Verrill, *scillae* Ag.

Verbreitung: Arctische Meere, Nordatlantic bis zu den Azoren, Mittelmeer, Westindien und Brasilien, Pacific, Westküste von Amerika. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

2. Gattung *Metalia* Gray 1855.

Die mit *Bryssus* nahe verwandte Gattung unterscheidet sich von derselben dadurch, dass das Subanalfeld eine eigenartige radiäre Furchung zeigt.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 17); **Bedford** (56a); **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Gasco** (Rend. R. Accad. Sci. fis. e math. Napoli, XV, 2, 1876); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (411, 419); **Pfeffer** (538); **Rathbun** (566, 566a); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691).

5 Arten: *africana* (Verrill), *costae* (Gasco), *grandis* (Gm.), *spatagus* (Lm.), *sternalis* Lm.

Verbreitung: Westindien, Florida, Mexico, pacifische Inseln, Ostindien, Australien, Mauritius, Rothes Meer, Ostbrasilien, Sherboo-Insel, Californien, Mittelmeer. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

3. Gattung *Meoma* Gray 1851.

Schale fast herzförmig. Scheitel subcentral. Ambulacren in nicht sehr tiefen Gruben, hintere und seitliche von fast gleicher Länge. Un-

paares Ambulacrum fast obliterirt, in einer flachen Grube. Peripetale Fasciole sehr gebogen. Seitliche Fasciole nicht vorhanden. Die Unterseite des unvollständigen subanalen Schildes von einer halbmondförmigen subanalen Fasciole begrenzt, die sich an den Seiten nur bis zur Hälfte des Afters erhebt.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 16, 17, 21); **Bolau** (92); **Duncan** (192); **Greeff** (259); **Lovén** (403); **Rathbun** (566, 566 a).

2 Arten: *grandis* Gray, *ventricosa* (Lm.)

Verbreitung: Golf von Californien, Acapulco, Westindien, Golf von Florida. Littorale — sublittorale Formen.

(Duncan.)

4. Gattung *Rhinobryssus* A. Ag. 1872.

Schale mittelgross, sehr dünn, länger als breit und breiter als hoch. Umriss eiförmig, mit schmalerem hinteren Ende; am breitesten in der Linie des Scheitelfeldes, das beinahe central oder nach der Stirnseite zu gerückt ist. Der höchste Punct der Schale liegt hinten, und die Hinterseite ist hoch, abgestutzt und in der Mitte ausgehöhlt. Das vordere Ambulacrum ist nicht eingesenkt. Die seitlichen Ambulacren sind kurz, subpetaloid und eingesunken. Die hinteren sind die längsten. Peristom breit, excentrisch nach dem Vorderrand der Schale zu gerückt, mit einer starken hinteren Lippe. Periproct hoch an der Hinterseite. Drei Fasciolen: eine peripetale, eine anale und eine davon unabhängige subanale.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Duncan** (192).

2 Arten: *hemiasteroides* A. Ag., *pyramidalis* A. Ag.

Verbreitung: China, Tahiti, an den Küsten von Belutschistan. Littorale — sublittorale Formen.

5. Gattung *Bryssopsis* Ag. 1840.
(incl. *Toxobryssus* A. Ag. 1898.)

Schale länglich, fast cylindrisch. Ambulacren kurz und breit, nahe der Mitte der Schale zusammenlaufend. Eine gebogene peripetale Fasciole umgiebt die Ambulacren sehr eng. 3—4 Genitalporen, von 5 Augenporen in einem regelmässigen Pentagon umgeben. Hintere Genitalporen viel grösser als die vorderen. Die subanale Fasciole ist vom After ziemlich entfernt. Scheiteltheil des unpaaren Ambulacrums und Umgebung des Mundes mit grossen Ambulacralkiemen; Stachelwarzen gekerbt. Ambulacren der Unterseite sehr breit und nackt. Unterscheidet sich von *Bryssus* durch den fast medianen Scheitel, die kurzen, breiten Ambulacren und den beträchtlichen Zwischenraum zwischen dem Anus und dem subanalen Schilde.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Alcock** (33); **Bell** (77, 79); **Bolau** (92); **Danielssen** u. **Korén** (140); **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Grieg** (267, 268, 268 a); **Hoyle** (315); **Koehler** (349, 356); **Lovén** (403); **Ludwig** (411); **Marenzeller** (434); **Meissner** u. **Collin** (447); **Rathbun** (565, 566, 566 a).

5 Arten: *columbaris* A. Ag., *luzonica* (Gray), *lyrifera* Forb., *oldhami* Alc., *pacifica* (A. Ag.).

Verbreitung: Nordatlantic (norwegisch, britisch und Nordsee), Mittelmeer, Florida Golfstrom, Sombrero, Karaibische Inseln, Golf von Panama, Formosa, Siam, Ostindien, Neu-Caledonien, Luzon, Tahiti, Neu-Seeland. Littorale — abyssale Formen.

6. Gattung *Spatangus* Müll. 1776.

Grosse herzförmige Seeigel mit dünner Schale, unten flach, oben gewölbt. Paarige Ambulacren breit; Vorderrand derselben gegen den Scheitel obliterirt; unpaares Ambulacrum in einer breiten, tiefen Furche. Grosse durchbohrte Stachelwarzen auf den Interambulacralfeldern. Nur eine subanale Fasciole mit einer Bucht in ihrem oberen Theile unterhalb des Afters. Sternum mit Stacheln bedeckt. Die 5 Augenporen umgeben die 4 Genitalöffnungen in einem regelmässigen Pentagon.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (77, 79, 79 a); **Bolau** (92); **Danielssen** u. **Koren** (141); **Duncan** (192); **Grieg** (267, 268, 268 a); **Hoyle** (315); **Jeffreys** (326); **Koehler** (342, 343, 347); **Lovén** (403, 406); **Ludwig** (411); **Marenzeller** (433, 434); **Meissner** u. **Collin** (447); **Rathbun** (566 a); **Studer** (631).

4 Arten: *interruptus* Th. Stud., *luetkeni* A. Ag., *purpureus* Müll., *raschi* Lov.

Verbreitung: Küsten des Nordatlantic, Nordsee, Mittelmeer, Azoren, Bermudas, Karaibisches Meer, Cap der guten Hoffnung, Japan, Rothes Meer. Littorale — sublittorale Formen.

7. Gattung *Maretia* Gray 1855.

Schale länglichrund, nach hinten verjüngt, dünn. Paarige Ambulacren schmal, verlängert, nicht vertieft; Vorderrand derselben in ihrem dem Scheitel zunächst liegenden Theile obliterirt; das unpaare Ambulacrum ohne Poren, nur mit undeutlichen, nadelstichartigen Vertiefungen. Grosse durchbohrte, nur an ihrer Basis gekerbte Stachelwarzen auf den Interambulacralfeldern. Sternum in seinem mittleren Theil ohne Stacheln, wie abgerieben. Nur eine subanale Fasciole. 5 Augenporen, 4 Genitalöffnungen.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Arango** u. **Molina** (40 a); **Bell** (75, 76 a, 83); **Bolau** (92, 93); **Döderlein** (156, 159); **Koehler** (349); **Loriol** (392, 393); **Lovén** (403); **Ludwig** (419); **Pfeffer** (538); **Ramsay** (562 a); **Rathbun** (566 a); **Walter** (682); **Whitelegge** (683); **Tenison-Woods** (691).

3 Arten: *alta* A. Ag., *elliptica* Bolau, *ovata* (Leske).

Verbreitung: Masbate, Borneo, China, Kingsmill-Inseln, Neu-Caledonien, Mauritius, Australien, Levuka-Riff, Japan, Arafura-See, Südsee. Littorale — archibenthale Formen.

(Duncan.)

8. Gattung *Eupatagus* Ag. 1847.

Schale mittelgross, dünn, länglich, herzförmig, mässig gewölbt auf der Abactinalseite, hinten am schmalsten und abgestutzt, auf der Actinalseite flach, mit einem schwachen Kiel. Vorderes Ambulacrum in einer seichten Grube, die paarigen Ambulacra petaloid, lang, breit, geschlossen. Peristom excentrisch, nach vorn gerückt, halbmondförmig oder halbkreisförmig, mit einem vorspringenden hinteren Labrum. Das Periproct nimmt einen grossen Theil der hinteren Abstutzung ein. Eine peripetale Saumlinie und eine herzförmige oder breit nierenförmige subanale Fasciole.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Duncan** (192); **Ramsay** (562a); **Tenison-Woods** (691).

1 Art: *valenciennesi* Ag.

Verbreitung: Australien, Neu-Süd-Wales, Arafura-See, Van Diemens Land. Littorale Form.

9. Gattung *Gymnopatagus* Död. 1891*).

Schale sehr dünn, sehr flach. Vorderes Ambulacrum liegt in einer ziemlich tiefen und breiten Furche. Seitliche Ambulacren petaloid, klein, geschlossen. Subanale und peripetale Fasciole vorhanden. Wenige sehr grosse Primärstacheln sind auf die seitlichen Interambulacralfelder innerhalb der peripetalen Fasciole beschränkt. Analfeld klein, am abgestutzten Hinterrande. Apicalfeld etwas excentrisch, nach vorn gerückt; Peristom weit nach vorn gerückt, halbkreisförmig, nicht eingesunken. Plastron kielförmig vorragend, schmal, weit vom Peristom getrennt, von sehr breiten, nackten Ambulacralfeldern umgeben. Diese Gattung steht *Eupatagus* nahe.

(Döderlein.)

Literatur: **Chun** (124a); **Döderlein** (159b).

1 Art: *valdiviae* Död.

Verbreitung: In den ostafrikanischen Gewässern. Archibenthale Form.

10. Gattung *Macropneustes* Ag. 1847.

Aeussere Schalenansicht wie *Spatangus;* nur ist die Schale hinten etwas höher als vorn, und ausserdem ist eine laterale Fasciole vorhanden, die

*) auf pag. 1343 leider vergessen.

bei einigen der Originalexemplare von *M. spatangoides* durch Verzweigungen und Verästelungen eine eigenartige Netzform annimmt, wie sie A. Agassiz (21, Taf. 27) abbildet. Subanalfasciole ähnlich der von *Spatangus.*

Literatur: **A. Agassiz** (16 *[Spatangus purpureus]*, 17, 21); **Duncan** (192).

1 Art: *spatangoides* (A. Ag.),

Verbreitung: Karaibisches Meer. Sublittorale — archibenthale Form.

11. Gattung *Rhabdobryssus* Cotteau 1889.

Die mit *Eupatagus* nahe verwandte Gattung unterscheidet sich von diesem Genus besonders durch den Verlauf der Subanalfasciole, die, selbst herzförmig, zwei parallele Zweige aussendet, die seitlich vom Periproct emporsteigen und gegen den oberen Schalenrand hin verschwinden.

Literatur: **Cotteau** (Bull. soc. France XIV. p. 15).

1 Art: *jullieni* Cotteau.

Verbreitung: Cap Palmas (Liberia). Littorale Form.

12. Gattung *Nacospatangus* A. Ag. 1873.

Schale klein, dünn, eiförmig im Umriss, regelmässig bogig bis zur Höhe des Rückens aufsteigend, die zwischen dem Apicalsystem und der hinteren senkrechten Abstutzung der Schale liegt; am breitesten vorn vor der Mitte, hinten schmäler, vorn keine Grube in der Schale. Das vordere Ambulacrum verschieden von den anderen, trägt nur einzelne Poren. Peristom gross, nach vorn gerückt, halbmondförmig, mit einem breit vorspringenden Labrum. Das querelliptische Periproct liegt hinten. Von der subanalen Fasciole zweigen sich einige anale Aeste ab.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (11, 17); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20a); **Duncan** (192).

1 Art: *gracilis* A. Ag.

Verbreitung: Juan Fernandez. Sublittorale Form.

13. Gattung *Linopneustes* A. Ag. 1881.

Die Form der Schale gleicht der von *Palaeopneustes.* Die Gattung unterscheidet sich aber sofort von jenem Genus durch das Vorhandensein einer peripetalen und einer subanalen Fasciole.

Literatur: **A. Agassiz** (11, 16, 17, 21); **Duncan** (192); **Meijere** (441a); **Rathbun** (565, 566, 566a).

3 Arten: *excentricus* Meijere, *longispinus* A. Ag., *murrayi* A. Ag.

Verbreitung: Indopacifischer Ocean, Karaibisches Meer. Littorale — abyssale Formen.

14. Gattung *Neopneustes* Dunc. 1889.
(= *Rhinobryssus* A. Ag. 1883 p. p.)

Unterscheidet sich von *Rhinobryssus* dadurch, dass die seitlichen und hinteren Ambulacren nicht eingesunken sind, und dass die peripetale Saumlinie die nicht petaloiden Ambulacren kreuzt. Auch fehlt die anale Fasciole.

Literatur: **A. Agassiz** (21); **Duncan** (192).

1 Art: *micrasteroides* (A. Ag.)

Verbreitung: Karaibisches Meer. Sublittorale Form.

15. Gattung *Cionobryssus* A. Ag. 1879.

Schale, *Pourtalesia* ähnlich, mittelgross, lang, subcylindrisch, niedergedrückt, oval im Umriss, vorn mit einer Einbuchtung, hinten mit einem Schnabel; oben und an den Seiten gewölbt, auf der Actinalseite convex und breit gekielt bis zum Schnabel. Die Schale ist in ihrem hinteren Drittel am höchsten, länger als breit und fast so breit als hoch, vorn abgerundet, wo die ziemlich tiefe Grube liegt, die vom Apex bis zum Peristom reicht; hinten ist ein deutlicher Schnabel, über den das kreisförmige Periproct an dem abgestutzten Hintertheil der Schale liegt. Peristom excentrisch, nach vorn gerückt, halbmondförmig, breiter als lang, mit einem schwachen Labrum. Eine peripetale und subanale Fasciole vorhanden.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17); **Duncan** (192).

1 Art: *revinctus* A. Ag.

Verbreitung: Arafura-See. Archibenthale Form.

16. Gattung *Echinocardium* Gray 1825.

Schale mehr oder minder herzförmig, sehr dünn. Seitliche Ambulacren mit wenigen entfernt voneinander stehenden Porenpaaren; unpaares Ambulacrum in einer mehr oder weniger tiefen Grube, mit sehr kleinen Poren. An den Seiten desselben grosse durchbohrte Stachelwarzen mit grösseren Stacheln. Mund etwas excentrisch, nach vorn. After im Obertheil des Hinterrandes, auf einem herzförmigen, sehr ins Auge fallenden Schilde. Eine innere Fasciole umgiebt das unpaare Ambulacrum und setzt sich über den Scheitel zwischen den hinteren Ambulacren fort. Eine subanale Fasciole umgiebt das herzförmige subanale Schild; zuweilen steigen zwei Zweige derselben um den After auf. Die peripetale Fasciole fehlt. Vier einander sehr genäherte Geschlechtsöffnungen; Augenporen nach aussen von ihnen, sehr klein. Unterseite mit grösseren durchbohrten Tuberkeln und Stacheln. Fünf glatte Zonen bilden die Fortsetzung der Ambulacren der Oberseite.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Appellöf** (39); **Bell** (73, 75, 79); **Bolau** (92); **Brady** (102); **Carus** (121); **Danielssen** u. **Korén** (140, 141); **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Farquhar** (204); **Greeff** (259); **Grieg** (267, 268, 268a); **Hoyle** (315); **Hutton** (317); **Koehler** (356, 357, Rev. Suisse Zool. VI. p. 173 bis 187); **Lovén** (403); **Ludwig** (411, 419); **Meissner** (443); **Meissner** u. **Collin** (446); **Mortensen** (474): **Ramsay** (562a); **Rathbun** (566a); **Robertson** (574); **Sladen** (613); **Tenison-Woods** (691); **Wagner** (680).

5 Arten: *australe* Gray, *cordatum* (Penn.), *flavescens* (Müll.), *mediterraneum* Forb., *pennatifidum* Norm.

Verbreitung: Kosmopolitisch. Littorale — abyssale Formen.

17. Gattung *Breynia* Des. 1847.

Schale ziemlich dick, mit drei Fasciolen: einer peripetalen, einer internen, die das unpaare Ambulacrum umgiebt, und einer subanalen. Zwischen den Ambulacren und der peripetalen Saumlinie grosse, in Vertiefungen liegende, durchbohrte Stachelwarzen, die nur zwischen den beiden hinteren Ambulacren fehlen. Augen und Genitalporen wie bei *Lovenia*.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Bell** (73); **Bolau** (92); **Duncan** (192); **Lovén** (403); **Ramsay** (562 a); **Rathbun** (566 a); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691).

1 Art: *australasiae* (Leach).

Verbreitung: Rothes Meer, Japan, Sandwich-Inseln, Australien.

18. Gattung *Lovenia* Ag. 1847.

Schale verlängert, die paarigen Ambulacren derselben Seite am Scheitel vereinigt, so dass sie jederseits einen Halbmond bilden. Unpaares Ambulacrum in einer Grube. Auf der Oberseite auf den Interambulacralfeldern grosse Stachelwarzen mit langen, an ihrer Basis gekrümmten Stacheln. Eine innere Fasciole umgiebt das unpaare Ambulacrum und steigt bis zwischen die hinteren Ambulacren auf. Subanale Fasciole vorhanden, peripetale Fasciole fehlt. Die 4 Genitalöffnungen sind von den 5 Augenporen in einem Pentagon umgeben. Der Rand der Unterseite ist mit langen Stacheln bedeckt.

(Bolau.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 11, 17); **Agassiz** u. **Pourtalès** (20 a); **Alcock** (33); **Bedford** (56a); **Bell** (73, 75); **Bolau** (92); **Döderlein** (156, 159); **Duncan** (192); **Koehler** (349); **Lovén** (401, 403); **Ludwig** (419); **Ramsay** (562 a); **Rathbun** (566 a); **Studer** (631); **Tenison-Woods** (691),

4 Arten: *cordiformis* A. Ag., *elongata* (Gray), *gregalis* Alcock, *subcarinata* (Gray).

Verbreitung: Guayaquil, Golf von Californien, Rothes Meer, Australien, Philippinen, Arafura-See, Golf von Bengalen, Cap der guten Hoffnung, China, Japan, Sandwich-Inseln. Littorale — archibenthale Formen.

19. Gattung *Palaeotropus* Lov. 1872.

Die Schale ist klein und hat eine eiförmige Contour, oben gleichmässig gewölbt, unten etwas convex und hinten etwas abgeflacht, an den Seiten wohl gerundet. Ambulacra nicht eingesunken, nicht petaloid. Eine fast kreisförmige Subanalfasciole vorhanden. Peristom weit offen, halbmondförmig, mit einem schmalen Labrum. Periproct oval, länglich, liegt nach der Mitte der Hinterfläche zu.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (16, 17, 21, 22); **Duncan** (192); **Koehler** (353, 354, 356); **Lovén** (401, 403, 404); **Rathbun** (566, 566 a).

4 Arten: *hirondellei* Khlr., *josephinae* Lov., *loveni* A. Ag., *thomsoni* A. Ag.

Verbreitung: Azoren, Karaibisches Meer, zwischen den Bermudas-Inseln und dem Festland, Philippinen. Littorale — archibenthale Formen.

20. Gattung *Homolampas* A. Ag. 1872.

Schale gross, länglich, herzförmig, am Vorderrande ziemlich eingebuchtet, ebenso am Hinterrande, aber schwächer; niedergedrückt, breiter als hoch und am breitesten und höchsten im vorderen Dritttheil. Actinalseite flach, aber mit einem Kiel in der Medianlinie des Plastrons. Hinten abgestutzt. Das vordere Ambulacrum liegt in einer tiefen Grube. Peristom halbmondförmig, mit einem dünnen Labrum. Periproct klein und oval; es liegt an der Hinterseite dicht unter dem Schalenrande. Subanalfasciole breit, fünfeckig, abwärts zugespitzt, mit undeutlichen analen Aesten. Eine undeutliche und unvollständige peripetale Fasciole.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Duncan** (192); **Meijere** (441 a); **Rathbun** (565, 566 a); **Wood-Mason** u. **Alcock** (690).

5 Arten: *fragilis* (A. Ag.), *fulva* A. Ag., *glauca* Wood-Mason u. Alcock, *hastata* A. Ag., *rostrata* Meijere.

Verbreitung: Tropisch-subtropischer Theil des Indopacifischen Oceans, Golf von Panama, Brasilien, Florida-Strasse. Littorale — abyssale Formen.

21. Gattung *Argopatagus* A. Ag. 1879.

Schale mittelgross, sehr dünn und durchsichtig, vorn abgestutzt, hinten stumpf zugespitzt, eiförmig im Umriss, oben niedergedrückt, unten flach; am breitesten in beiden vorderen Dritttheilen, hinten schmäler. Peristom excentrisch, nach vorn gerückt, breit, aber in der Längsrichtung kurz, mehr oder minder halbmondförmig, mit einer deutlichen, vorspringenden hinteren Lippe. Periproct rund, supramarginal. Nur eine Subanalfasciole.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192).

1 Art: *vitreus* A. Ag.

Verbreitung: Indischer Ocean. Archibenthale Form.

21. Familie ***Palaeostomatidae*** Gregory 1900.

Sternata mit pentagonalem Peristom ohne Labium, versehen mit 5 Buccalplatten. Eine peripetale Fasciole vorhanden.

(Gregory.)

1. Gattung *Palaeostoma* Lov. 1867.
(= *Leskia* Gray 1851.)

Schale dünn, eiförmig, vorn leicht ausgebuchtet. Apicalsystem mit drei in eine verschmolzenen Ocellarplatten und zwei grossen Genitalporen auf conischen Erhöhungen.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (8, 17); **Döderlein** (156); **Lovén** (397, 403).

1 Art: *mirabile* (Gray).

Verbreitung: China, Japan, ostindische Inseln. Littorale Form.

22. Familie ***Urechinidae*** n.
(*Urechininae* Dunc. 1889).

Meist dünnschalige, ei- oder kegelförmige, meridosternale Formen mit Labium. Trivium und Bivium vorhanden. Bei einigen Fasciolen vorhanden. Ambulacralporen einzeln stehend, bei einer Gattung (*Phrissocystis* A. Ag.) sind sie, aber auch nur in der Nähe des Apicalfeldes, paarig. Ambulacra nicht petaloid und nicht eingesenkt.

1. Gattung *Urechinus* A. Ag. 1879.

Schale mittelgross, eiförmig, gewölbt, hinten im Umriss spitz zulaufend, von verschiedener Höhe, entweder niedrig gewölbt und auf dem Rücken schwach gebogen oder conisch und dann höher als breit; Actinalseite convex, mit einem schwachen Kiel über dem hinteren Theil der Schale vom Peristom an; hinten abgestutzt, mit einem Fortsatz, der kappenartig über das Periproct hängt. Ambulacra nicht petaloid, mit einer Reihe Poren.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 16, 17, 21, 22); **Duncan** (192); **Lovén** (404); **Rathbun** (566a).

2 Arten: *giganteus* A. Ag., *naresianus* A. Ag.

Verbreitung: Pacific, südlich vom Aequator, Golf von Californien, Kerguelen, Magellan-Strasse, Karaibisches Meer. Sublittorale — abyssale Formen.

2. Gattung *Cystechinus* A. Ag. 1879.

Schale sehr gross, dünn bis ziemlich stark, vielleicht biegsam, eiförmig oder elliptisch im Umriss, hoch, subconisch oder subhemi-

sphärisch, und dann niedrig; auf der Actinalseite flach, um das Peristom schwach eingesunken, dahinter angeschwollen. Ambulacralporen (aber nur in der Nähe des Peristoms) manchmal zu zwei.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (12, 17, 22); **Duncan** (192).

6 Arten: *clypeatus* A. Ag., *loveni* A. Ag., *rathbuni* A. Ag., *vesica* A. Ag., *wyvillei* A. Ag.

Verbreitung: Philippinen, Acapulco, Mariato Pt. und Malpelo-Inseln, Tristan da Cunha bis Buenos-Aires, Juan Fernandez bis Chile, Antarctisches Meer, Marion-Inseln bis Kerguelen und Australien. Archibenthale — abyssale Formen.

3. Gattung *Calymne* Wyv. Th. 1877.

Schale mittelgross, sehr dünn, eiförmig oder elliptisch im Umriss, länger als breit und breiter als hoch. Actinalseite ziemlich flach, mit einem niedrigen, rundlichen Kiel vom Peristom nach hinten. Ambulacralporen zu je einem. Eine Marginalfasciole vorhanden.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192); **Lovén** (404); **Wyv. Thomson** (1877, The Atlantic I. p. 397).

1 Art: *relicta* Wyv. Th.

Verbreitung: Bermudas-Inseln. Abyssale Form.

4. Gattung *Phrissocystis* A. Ag. 1898.

Dünnschalige, ovale, oben gewölbte, unten flache Formen. Die Petala dieser Gattung gleichen denen von *Cystechinus, Echinocrepis, Genicopatagus, Calymne.* Die Poren stehen einzeln, nur in der Nähe des Apicalfeldes stehen sie doppelt. Das orale Plastron ist lang und schmal, ganz flach. Am hinteren Ende findet sich eine bisquitförmige subanale Fasciole. Das fast runde Analfeld liegt am hinteren, nach vorn abgestutzten Schalenende.

(Meijere p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (22); **Meijere** (441 a).

2 Arten: *aculeata* A. Ag., *humilis* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean, Cocos-Inseln. Sublittorale — archibenthale Formen.

23. Familie *Ananchytidae* Gras 1848.

Unterscheidet sich von der vorigen Familie durch die paarigen Poren der Ambulacren.

1. Gattung *Stereopneustes* Meijere 1902.

Schale dick, eiförmig, oben stark gewölbt, unten weniger, am Am-

bitus sehr gleichmässig gerundet, die Oralseite flach, das orale Plastron etwas vorragend. Scheitel fast central, gleich dahinter das wie bei *Ananchytes* gebildete Apicalsystem. Ocellarplatten bedeutend kleiner als die Genitalplatten; 4 Genitalporen. Buccalfeld halbmondförmig; die Unterlippe ragt nur wenig hervor. Analfeld nur wenig breiter als lang, am hinteren, abgestutzten Ende gelegen. Alle Ambulacren gleichgebildet, also auch das vordere mit gepaarten Poren, gar nicht vertieft. Porenzonen alle fast gerade, mit zahlreichen Porenpaaren. Subanale Fasciole vorhanden.

(Meijere.)

Literatur: **Meijere** (441 a).

1 Art: *relictus* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean. Archibenthale Form.

24. Familie *Pourtalesiidae* Lov. 1883.

Sehr eigenthümlich geformte Seeigel. Die dünne, gewöhnlich längliche Schale ist meist vorn abgestutzt und breit, in der Mitte aufgeschwollen und hinten gewöhnlich rüsselförmig verlängert oder zugespitzt; unten ist sie flach, oben convex oder gekielt. Die Ambulacra sind nicht petaloid, Poren einzelstehend, schlitzförmig. Stacheln kurz, gerade oder gebogen. Trivium und Bivium vorhanden.

(Duncan p. p.)

1. Gattung *Sternopatagus* Meijere 1902.

Schale dünn, stark kugelig gewölbt, namentlich an der Dorsalseite, etwas breiter als lang. Mundfeld tief eingesenkt, am Ende einer Längsgrube der Oralseite, oval, vertical gestellt. Am hinteren Ende der Oralseite findet sich das fast runde Analfeld. Apicalsystem nach dem Typus von *Ananchytes*. Meridosternum wie bei *Urechinus*. Eine Fasciole auf der Oralseite.

(Meijere.)

„Diese neue Gattung ist höchst merkwürdig, indem sie einerseits die Hauptmerkmale der *Pourtalesiiden* zeigt, andererseits manches mit den *Ananchytiden* gemeinsam hat und so beide Gruppen in wünschenswerther Weise miteinander verbindet. Durch die eingehende Untersuchung bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass die *Pourtalesiiden* von den *Ananchytiden* herzuleiten sind. Gerade die neue Gattung stellt sich als die primitivste der 4 Gattungen ersterer Gruppe dar."

(Meijere.)

Literatur: **Meijere** (441 a).

1 Art: *sibogae* Meijere.

Verbreitung: Indischer Ocean. Archibenthale Form.

2. Gattung *Pourtalesia* A. Ag. 1869.

Gestalt von oben gesehen flaschenförmig, wobei der Hals der Flasche dem Hinterende der Seeigelschale entspricht. Der After liegt über der rüsselförmigen Verlängerung des Hintertheils. Subanalfasciole vorhanden.

Literatur: **A. Agassiz** (8, 16, 17, 21, 22); **Danielssen** u. **Koren** (140); **Döderlein** (156); **Duncan** (192); **Lovén** (404); **Rathbun** (566 a); **Wyv. Thomson** (641).

9 Arten: *carinata* A. Ag., *ceratopyga* A. Ag., *hispida* A. Ag., *jeffreysi* Wyv. Th., *laguncula* A. Ag., *miranda* A. Ag., *phiale* Wyv. Th., *rosea* A. Ag., *tanneri* A. Ag.

Verbreitung: Atlantischer, Pacifischer und Antarctischer Ocean. Archibenthale — abyssale Formen.

(Duncan.)

3. Gattung *Spatagocystis* A. Ag. 1879.

Schale mässig gross, eiförmig, dünn, vorn sehr schwach eingebogen, hinten mit einem kleinen schnabelförmigen Fortsatz. Von der vorderen Grube läuft bis zu diesem Schnabel über den Rücken ein Kiel. Ohne Fasciole.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17); **Duncan** (192); **Lovén** (404).

1 Art: *challengeri* A. Ag.

Verbreitung: Südpacific. Abyssale Form.

(Duncan.)

4. Gattung *Echinocrepis* A. Ag. 1879.

Schale gross, lang, fast pyramidenförmig, vorn am breitesten, hinten zugespitzt. Ambitus fast dreieckig, mit eingebogenen Seiten und abgerundeten Ecken; vorn eine ziemlich tiefe Einbuchtung. Oben läuft ein Kiel über die Schale, der hinten das Periproct überragt. Keine Fasciole.

(Duncan p. p.)

Literatur: **A. Agassiz** (17, 22); **Duncan** (192); **Lovén** (404).

2 Arten: *cuneata* A. Ag., *setigera* A. Ag.

Verbreitung: Südpacific, Galera Pt. und Galapagos-Inseln. Abyssale Formen.

5. Gattung *Plexechinus* A. Ag. 1898.

Die Gattung ist dadurch ausgezeichnet, dass sie einige Charaktere sowohl von *Urechinus* als *Pourtalesia* zeigt: das wenig eingesunkene Actinostom der ersteren Gattung und am Scheitel das weit getrennte Bivium und Trivium von *Pourtalesia* mit einzeln stehenden Ambulacralporen und einem wenig entwickelten, rüsselförmigen Analfortsatz. Das Analsystem ist etwas eingesenkt, und die Subanalfasciole breit und wohl entwickelt.

(A. Agassiz.)

Literatur: **A. Agassiz** (22).

1 Art: *cinctus* A. Ag.

Verbreitung: Tres Marias, Golf von Californien. Archibenthale Form.

Incertae sedis:

Gattung *Spatagodesma* A. Ag. 1898.

Kleine bis 7 mm grosse Form, die sich durch ihre Apicalfasciole weit von allen Spatangoiden entfernt. Sie besitzt eine breite, elliptische Fasciole, die sowohl um die Ambulacra als auch um das Analsystem herumläuft. Ein Querband theilt diese Fasciole in zwei Abschnitte, von denen der eine das Analsystem umschliesst, und der andere die peripetale Fasciole darstellt. Diese Form der Fasciole nähert sich am meisten derjenigen einer jungen *Agassizia*, bei der sich eine unvollständige Subanalfasciole von der peripetalen Saumlinie abzweigt. — Die Stellung der Gattung im System ist zweifelhaft.

(A. Agassiz.)

Literatur: **A. Agassiz** (22).

1 *unbenannte* Art.

Verbreitung: Station 2769 des „Albatross" (Lat. N. 36° 47′ 10″ Long. W. 122° 9′ 35″. 440 Fd.). Unfern von San Francisco. Archibenthale Form.

Alphabetisches Verzeichniss
der
Gattungen und Arten.

Abatus 1390
abnormalis (Echinonëus) 1385
Acanthocidaris 1347
Aceste 1393
aculeata (Phrissocystis) 1403
acuta (Fibularia) 1380
acutus (Echinus) 1369
aequituberculata (Arbacia) 1360
Aërope 1393
affinis (Cidaris) 1347
affinis (Echinus) 1369
affinis (Genicopatagus) 1390
affinis (Schizaster) 1392
africana (Arbacia) 1360
africana (Metalia) 1394
agassizi (Prionechinus) 1368
Agassizia 1392
albida (Trigonocidaris) 1367
albocinctus (Pseudechinus) 1375
albus (Loxechinus) 1369
alcocki (Dorocidaris) 1350
alexandri (Echinolampas) 1387
alexandri (Echinus) 1369
alexandri (Salmacis) 1364
Alexandria 1383
alta (Maretia) 1397
alternans (Arbacia) 1360
alternans (Phormosoma) 1355
Amblypneustes 1365
amphigymnum (Dermatodiadema) 1357
Amphipneustes 1388
angulosus (Parechinus) 1368
annulata (Tretocidaris) 1346
annulifera (Stephanocidaris) 1346
Anochanus 1386
Anomalanthus 1382
Anthocidaris 1374
antillarum (Dermatodiadema) 1357
Aphanopora 1386
apicatus (Hemiaster) 1390
Arachnoides 1382
Araeosoma 1352
Arbacia 1360
Arbacina 1367
Argopatagus 1401
armatus (Echinus) 1378
armigera (Toxocidaris) 1376
Aspidodiadema 1356
assabensis (Linthia) 1391
assimilis (Schizocidaris) 1347
asterias (Kamptosoma) 1355
Asthenosoma 1351, 1355
Astriclypeus 1384
Astropyga 1358
atlanticus (Echinus) 1369
atratus (Colobocentrotus) 1378
atropos (Moira) 1393
atropurpurea (Stomopneustes) 1362
auritus (Echinodiscus) 1383
australasiae (Breynia) 1400
australe (Echinocardium) 1400
australiae (Heliocidaris) 1376
australiae (Sphaerechinus) 1373
australis (Arbacia) 1360
australis (Fibularia) 1380
australis (Linthia) 1391
australis (Phyllacanthus) 1350

baculosa (Cidaris) 1347
bartletti (Tretocidaris) 1346
belli (Araeosoma) 1353
belli (Salmacis) 1364

bellidifera (Aceste) 1393
bicolor (Salmacis) 1364
biforus (Echinodiscus) 1383
biserialis (Goniocidaris) 1348
biseriatum (Sperosoma) 1355
bisperforatus (Echinodiscus) 1383
bispinosa (Stephanocidaris) 1346
blakei (Dorocidaris) 1346
blanchardi (Echinolampas) 1387
Boletia 1372
bothryoides (Pleurechinus) 1363
bractcata (Stephanocidaris) 1346
Breynia 1400
Bryssopsis 1395
Bryssus 1394
bullatus (Loxechinus) 1369
bursarium (Phormosoma) 1351

Caenopedina 1359
californica (Encope) 1384
Calveria 1352
Calymne 1403
canaliculata (Stereocidaris) 1348
canaliferus (Schizaster) 1392
caribaearum (Rhynchopygus) 1386
carinata (Pourtalesia) 1405
carinatus (Bryssus) 1394
cassidulina (Moulinsia) 1385
castanea (Echinolampas) 1387
cavernosus (Hemiaster) 1390
cavernosus (Temnopleurus) 1363
Centrostephanus 1357
ceratopyga (Pourtalesia) 1405
challengeri (Spatagocystis) 1405
chinensis (Faorina) 1391
chlorocentrotus (Strongylocentrotus) 1374
chlorotica (Heliocidaris) 1376
Chondrocidaris 1347
Cidaris 1347
cinctus (Peripatagus) 1391
cinctus (Plexechinus) 1406
Cionobryssus 1399
claudicans (Moiropsis) 1393
clotho (Moira) 1393
Clypeaster 1381
clypeata (Discocidaris) 1348
clypeata (Salenia) 1356
clypeatus (Cystechinus) 1403
clypeus (Clypeaster) 1381
cobosi (Porocidaris) 1350
Coelopleurus 1361
Colobocentrotus 1377
columbaris (Bryssopsis) 1396
columbaris (Bryssus) 1394
Conolampas 1387
cordatum (Echinocardium) 1400
cordiformis (Lovenia) 1400
coriaceum (Araeosoma) 1353
coronatus (Centrostephanus) 1358
coronatus (Hypsiechinus) 1366
costae (Metalia) 1394
crassispina (Anthocidaris) 1375
crenularis (Glyptocidaris) 1360
cribrellum (Fibularia) 1380
crispus (Echinocyamus) 1380
cristatus (Palaeopneustes) 1389
cubensis (Caenopedina) 1359
cuneata (Echinocrepis) 1405
curvatispinis (Acanthocidaris) 1347
cyclostoma (Echinonëus) 1385
Cystechinus 1402

damesi (Bryssus) 1394
darnleyensis (Gymnechinus) 1372
decagonale (Laganum) 1381
dentata (Rotula) 1384
denudata (Astropyga) 1358
depressa (Echinolampas) 1387
depressum (Laganum) 1381
depressus (Pseudocentrotus) 1374
depressus (Tripneustes) 1372
Dermatodiadema 1357
Diadema 1357
diadema (Echinothrix) 1358
diadema (Sterechinus) 1370
Dialithocidaris 1361
Diplothecanthus 1382
Discocidaris 1348
doederleini (Goniocidaris) 1350
Dorocidaris 1345, 1350
dröbachiensis (Strongylocentrotus) 1374
dubia (Phyllacanthus) 1349
dufresnei (Arbacia) 1360
dussumieri (Salmacis) 1364

Echinanthus 1382
Echinarachnius 1383
echinobryssoides (Aphanopora) 1386
Echinobryssus 1385
Echinocardium 1399
Echinocidaris 1360
Echinocrepis 1405
Echinocyamus 1380
Echinodiscus 1383
Echinolampas 1387
Echinometra 1377
Echinonëus 1385
Echinosoma 1351

Echinostrephus 1376
Echinothrix 1358
Echinus 1369, 1378
edwardsi (Schizaster) 1392
elastica (Astropyga) 1358
elegans (Echinocyamus) 1380
elegans (Echinus) 1369
elegans (Histocidaris) 1349
elegans (Laganum) 1381
elegans (Toxopneustes) 1372
elevatus (Echinus) 1365
elliptica (Maretia) 1397
elongata (Lovenia) 1400
emarginata (Encope) 1384
Encope 1383
epigonus (Oligopodia) 1386
erythraea (Mellita) 1384
erythrogrammus (Toxocidaris) 1376
esculentus (Echinus) 1369
esculentus (Tripneustes) 1372
Euechinus 1376
Eupatagus 1397
excavatus (Hemiaster) 1390
excelsior (Clypeaster) 1381
excentrica (Agassizia) 1392
excentricus (Echinarachnius) 1383
excentricus (Linopneustes) 1398
expergitus (Hemiaster) 1390

Faorina 1391
fenestratum (Araeosoma) 1353
Fibularia 1380
flavescens (Echinocardium) 1400
floridanus (Coelopleurus) 1361
florigera (Petalocidaris) 1349
florigerus (Hemiaster) 1390
forbesiana (Arbacina) 1367
formosus (Amblypneustes) 1365
fragile (Laganum) 1381
fragilis (Homolampas) 1401
fragilis (Palaeopneustes) 1389
fragilis (Schizaster) 1392
franciscanus (Strongylocentrotus) 1374
fudsiyama (Laganum) 1381
fulva (Aërope) 1393
fulva (Homolampas) 1401

gaimardi (Paracentrotus) 1370
galapagensis (Cidaris) 1347
gemmifera (Dialithocidaris) 1361
Genicopatagus 1389
Genocidaris 1367
geranioides (Goniocidaris) 1348
gibberulus (Schizaster) 1392
gibbosus (Hemiaster) 1390
gigantea (Chondrocidaris) 1347
giganteus (Urechinus) 1402
glauca (Homolampas) 1401
globulosum (Dermatodiadema) 1357
globulosus (Toxocidaris) 1378
globulus (Mespilia) 1364
Glyptocidaris 1359
goësiana (Salenia) 1356
Goniocidaris 1348, 1350
Goniopneustes 1365
gracilis (Calveria) 1352
gracilis (Echinus) 1369
gracilis (Nacospatangus) 1398
gracilis (Porocidaris) 1350
grandinosa (Arbacia) 1360
grandis (Encope) 1384
grandis (Meoma) 1395
grandis (Metalia) 1394
grandis (Stereocidaris) 1348
granularis (Sphaerechinus) 1373
gratilla (Tripneustes) 1372
gratiosa (Parasalenia) 1375
gregalis (Lovenia) 1400
grimaldii (Sperosoma) 1355
griseus (Amblypneustes) 1365
grossularia (Amblypneustes) 1365
grubei (Asthenosoma) 1352

Gymnechinus 1371
Gymnopatagus 1397

Hapalosoma 1353
hardwicki (Temnopleurus) 1363
hastata (Homolampas) 1401
hastigera (Salenia) 1356
Heliocidaris 1376
Hemiaster 1390
hemiasteroides (Rhinobryssus) 1395
Hemipedina 1359
heteractis (Asthenosoma) 1352
Heterocentrotus 1377
hilgardi (Palaeobryssus) 1390
hirondellei (Palaeotropus) 1401
hirsutus (Plesiozonus) 1389
hispida (Pourtalesia) 1405
hispidum (Phormosoma) 1355
Histocidaris 1349
Holopneustes 1366
homalostoma (Anthocidaris) 1375
Homolampas 1401
hoplacantha (Hygrosoma) 1354
horridum (Dermatodiadema) 1357
horridus (Sterechinus) 1370

humilis (Phrissocystis) 1403
Hygrosoma 1354
Hypsiechinus 1366
hystrix (Calveria) 1352
hystrix (Palaeopneustes) 1389

ijimai (Asthenosoma) 1355
imperialis (Phyllacanthus) 1349
incerta (Stereocidaris) 1348
indiana (Pseudoboletia) 1373
indica (Caenopedina) 1359
indica (Stereocidaris) 1348
indicum (Dermatodiadema) 1357
inflatus (Holopneustes) 1366
ingolfiana (Stereocidaris) 1348
intermedius (Strongylocentrotus) 1374
interruptus (Spatangus) 1396

jacobyi (Aspidodiadema) 1356
japonica (Stereocidaris) 1348
japonicus (Clypeaster) 1381
jeffreysi (Pourtalesia) 1405
josephinae (Palaeotropus) 1401
jullieni (Rhabdobryssus) 1398

Kamptosoma 1355
koehleri (Tromikosoma) 1354

lactea (Salmacopsis) 1364
lacunosus (Schizaster) 1392
laevituberculata (Mespilia) 1364
Laganum 1381
laganum (Laganum) 1381
laguncula (Pourtalesia) 1405
latifrons (Schizaster) 1392
Leskia 1402
limicola (Linthia) 1391
Linopneustes 1398
Linthia 1391
lividus (Paracentrotus) 1370
lixula (Arbacia) 1360
longifissa (Mellita) 1384
longispinum (Asthenosoma) 1355
longispinus (Centrostephanus) 1358
longispinus (Linopneustes) 1398
lorioli (Amphipneustes) 1389
loveni (Cystechinus) 1403
loveni (Palaeotropus) 1401
loveni (Studeria) 1387
Lovenia 1400
Loxechinus 1369
lucidus (Echinus) 1369
luculentum (Hygrosoma) 1354
lucunter (Echinometra) 1377
ludwigi (Laganum) 1381
luetkeni (Spatangus) 1396
luzonica (Bryssopsis) 1396
lyrifera (Bryssopsis) 1396

Macropneustes 1397
macrostoma (Echinometra) 1377
maculata (Genocidaris) 1367
maculata (Pseudoboletia) 1373
maculatus (Echinus) 1378
maculatus (Microcyphus) 1365
maculicollis (Porocidaris) 1350
magnifica (Alexandria) 1383
maillardi (Coelopleurus) 1361
mammillatus (Heterocentrotus) 1377
manni (Astriclypeus) 1384
Maretia 1396
margaritaceus (Sterechinus) 1370
mathaei (Echinometra) 1377
mediterraneum (Echinocardium) 1400
Mellita 1384
Mellitella 1384
melo (Echinus) 1369
mentzi (Hemiaster) 1390
Meoma 1394
mertensi (Colobocentrotus) 1378
Mespilia 1364
Metalia 1394
metularia (Cidaris) 1347
mexicanum (Diadema) 1357
mexicanus (Toxocidaris) 1378
micans (Dorocidaris) 1346
michelini (Encope) 1384
micrasteroides (Neopneustes) 1399
Microcyphus 1364
micropora (Encope) 1384
Micropyga 1359
microtuberculatum (Aspidodiadema) 1356
microtuberculatus (Parechinus) 1368
microtuberculatus (Stereocidaris) 1350
mikado (Discocidaris) 1348
miliaris (Parechinus) 1368
miliaris (Salenia) 1356
milleri (Porocidaris) 1350
minor (Echinonëus) 1385
minuta (Fibularia) 1380
mirabile (Palaeostoma) 1402
mirabilis (Caenopedina) 1359
mirabilis (Echinarachnius) 1383
miranda (Pourtalesia) 1405
misakiensis (Porocidaris) 1350
Moira 1392
Moiropsis 1393
molare (Echinostrephus) 1376

molle (Dermatodiadema) 1357
monolini (Trigonocidaris) 1367
mortenseni (Stereocidaris) 1348
moseleyi (Schizaster) 1392
Moulinsia 1385
multicolor (Echinus) 1378
murrayi (Linopneustes) 1398

Nacospatangus 1398
naresianus (Urechinus) 1402
Neolampas 1387
Neopneustes 1399
neumayeri (Sterechinus) 1370
niasicus (Palaeopneustes) 1389
nicobaricum (Aspidodiadema) 1356
nigra (Echinocidaris) 1361
Nucleolites 1385
nuda (Dorocidaris) 1346
nudus (Strongylocentrotus) 1374
nutrix (Stereocidaris) 1348

obesus (Bryssus) 1394
oblonga (Echinometra) 1377
occidentalis (Nucleolites) 1386
ogasawaraënsis (Plesianthus) 1382
oldhami (Bryssopsis) 1396
Oligopodia 1386
olivacea (Salmacopsis) 1364
orbiculare (Laganum) 1381
orbiculus (Rotula) 1384
orbignyanus (Schizaster) 1392
ovata (Maretia) 1397
oviformis (Echinolampas) 1387
ovum (Amblypneustes) 1365

pacifica (Bryssopsis) 1396
pacifica (Encope) 1384
pacifica (Mellita) 1384
pacifica (Salenia) 1356
pacificus (Echinarachnius) 1383
pacificus (Rhynchopygus) 1386
Palaeobryssus 1390
Palaeopneustes 1389
Palaeostoma 1402
Palaeotropus 1401
pallidus (Amblypneustes) 1365
panamense (Phormosoma) 1355
panamensis (Dorocidaris) 1350
papillata (Dorocidaris) 1346
Paracentrotus 1370
Parasalenia 1375
Parechinus 1368
parma (Echinarachnius) 1383
parvispina (Phyllacanthus) 1349
pattersoni (Salenia) 1356
pellucidum (Hapalosoma) 1354
pellucidum (Laganum) 1381
pennatifidum (Echinocardium) 1400
pentagonus (Echinostrephus) 1376
pentagonus (Goniopneustes) 1365
Periaster 1391
Peripatagus 1391
peroni (Laganum) 1381
Petalocidaris 1348
petersi (Hygrosoma) 1354
phiale (Pourtalesia) 1405
philippii (Schizaster) 1392
Phormosoma 1350, 1355
Phrissocystis 1403
Phyllacanthus 1349, 1350
pileolus (Toxopneustes) 1372
placenta (Arachnoides) 1382
placenta (Phormosoma) 1351
Platybryssus 1388
Plesianthus 1382
Plesiozonus 1389
Pleurechinus 1363
Plexechinus 1405
Podocidaris 1361
pöhli (Parasalenia) 1375
Porocidaris 1349, 1350
porosissimus (Holopneustes) 1366
Pourtalesia 1405
Prionechinus 1367
prionigera (Dialithocidaris) 1361
profunda (Salenia) 1356
provectus (Echinocyamus) 1380
Psammechinus 1371
Pseudechinus 1375
Pseudoboletia 1373
Pseudocentrotus 1373
pulchellima (Salmacopsis) 1364
pulcherrimus (Strongylocentrotus) 1374
pulvinata (Astropyga) 1358
punctulata (Arbacia) 1360
purpurata (Porocidaris) 1350
purpuratus (Strongylocentrotus) 1374
purpurescens (Holopneustes) 1366
purpureus (Spatangus) 1396
pusillus (Echinocyamus) 1380
putnami (Laganum) 1381
Pygastrides 1379
pyramidalis (Rhinobryssus) 1395
pyramidata (Salmacis) 1364

quinquiesperforata (Mellita) 1384

radiata (Astropyga) 1358
rarispina (Salmacis) 1364

rarispinus (Clypeaster) 1381
rarituberculata (Heliocidaris) 1376
raschi (Spatangus) 1396
rathbuni (Cystechinus) 1403
recens (Nucleolites) 1386
recens (Studeria) 1387
reini (Cidaris) 1347
relicta (Calymne) 1403
relictus (Pygastrides) 1379
relictus (Stereopneustes) 1404
reticulatus (Diplothecanthus) 1382
revinctus (Cionobryssus) 1399
reynaudi (Temnopleurus) 1363
Rhabdobryssus 1398
Rhinobryssus 1395, 1399
Rhynchopygus 1386
richardi (Echinolampas) 1387
rigidum (Phormosoma) 1351
robillardi (Gymnechinus) 1372
rodgersi (Centrostephanus) 1358
roemeri (Platybryssus) 1388
rosaceus (Clypeaster) 1381
rosea (Pourtalesia) 1405
roseus (Sphaerechinus) 1373
roseus (Toxopneustes) 1372
rostellata (Neolampas) 1388
rostrata (Aërope) 1393
rostrata (Homolampas) 1401
rostrata (Linthia) 1391
rostratum (Laganum) 1381
Rotula 1384
ruber (Pleurechinus) 1363
rubrum (Laganum) 1381
rufa (Salmacis) 1364

sagittiger (Prionechinus) 1368
Salenia 1356
Salmacis 1363
Salmacopsis 1364
saxatile (Diadema) 1357
scaber (Echinocyamus) 1380
sceptriferoides (Stereocidaris) 1348
Schizaster 1392
Schizocidaris 1346
scillae (Bryssus) 1394
scillae (Genocidaris) 1367
scrobiculata (Agassizia) 1392
sculpta (Podocidaris) 1361
scutata (Podocidaris) 1361
semituberculatus (Psammechinus) 1371
serrata (Discocidaris) 1348
setigera (Echinocrepis) 1405
sexiesperforata (Mellita) 1384
sharreri (Porocidaris) 1350
sibogae (Sternopatagus) 1404
sigsbei (Conolampas) 1387
sinensis (Anochanus) 1386
Spatagocystis 1405
Spatagodesma 1406
spatagus (Metalia) 1394
spatangoides (Macropneustes) 1398
Spatangus 1396
spathuligera (Arbacia) 1360
spectabilis (Palaeopneustes) 1389
Sperosoma 1355
Sphaerechinus 1373
sphaeroides (Salmacis) 1364
spinosa (Tretocidaris) 1346
stellata (Arbacia) 1360
Stephanocidaris 1346
Sterechinus 1370
Stereocidaris 1348, 1350
Stereopneustes 1403
sternalis (Metalia) 1394
Sternopatagus 1404
stokesi (Mellitella) 1384
Stomopneustes 1362
Strongylocentrotus 1374
Studeria 1387
stygia (Moira) 1393
subcarinata (Lovenia) 1400

tanneri (Pourtalesia) 1405
Temnopleurus 1362
tenera (Neolampas) 1388
tenue (Echinosoma) 1351
tenuis (Echinarachnius) 1383
tenuis (Linthia) 1391
tenuispinus (Echinus) 1369
tenuispinus (Stereocidaris) 1350
tessellatum (Araeosoma) 1353
testudinarius (Plesianthus) 1382
thomsoni (Palaeotropus) 1401
thouarsi (Cidaris) 1347
tiara (Dorocidaris) 1350
tonsum (Aspidodiadema) 1356
toreumaticus (Temnopleurus) 1363
townsendi (Schizaster) 1392
Toxobryssus 1395
Toxocidaris 1376, 1378
Toxopneustes 1372
Tretocidaris 1346
tribuloides (Cidaris) 1347
trigonarius (Heterocentrotus) 1377
Trigonocidaris 1367
Tripneustes 1372
Tripylus 1390
Tromikosoma 1354

tubaria (Goniocidaris) 1348
tuberculata (Micropyga) 1359
tuberculata (Toxocidaris) 1376
tumidus (Anomalanthus) 1382

umbraculum (Goniocidaris) 1348
uranus (Echinosoma) 1351
Urechinus 1402
urens (Asthenosoma) 1352

valdiviae (Gymnopatagus) 1397
valenciennesi (Eupatagus) 1397
van-brunti (Echinometra) 1377
variabilis (Pleurechinus) 1363
variegatus (Psammechinus) 1371
variolaris (Stomopneustes) 1362
varispina (Salenia) 1356
varium (Asthenosoma) 1352
ventricosa (Meoma) 1395
ventricosus (Schizaster) 1392
verruculatus (Psammechinus) 1371
verticillata (Cidaris) 1347
vesica (Cystechinus) 1403
violacea (Micropyga) 1359
virgulata (Salmacis) 1364
viridis (Echinometra) 1377
vitreus (Argopatagus) 1401
volva (Fibularia) 1380

whitmaei (Mespilia) 1364
wyvillei (Cystechinus) 1403

zigzag (Microcyphus) 1365
zonatus (Hemiaster) 1390



Buchdruckerei d. Leipz. Tagebl. (E. Polz), Leipzig.

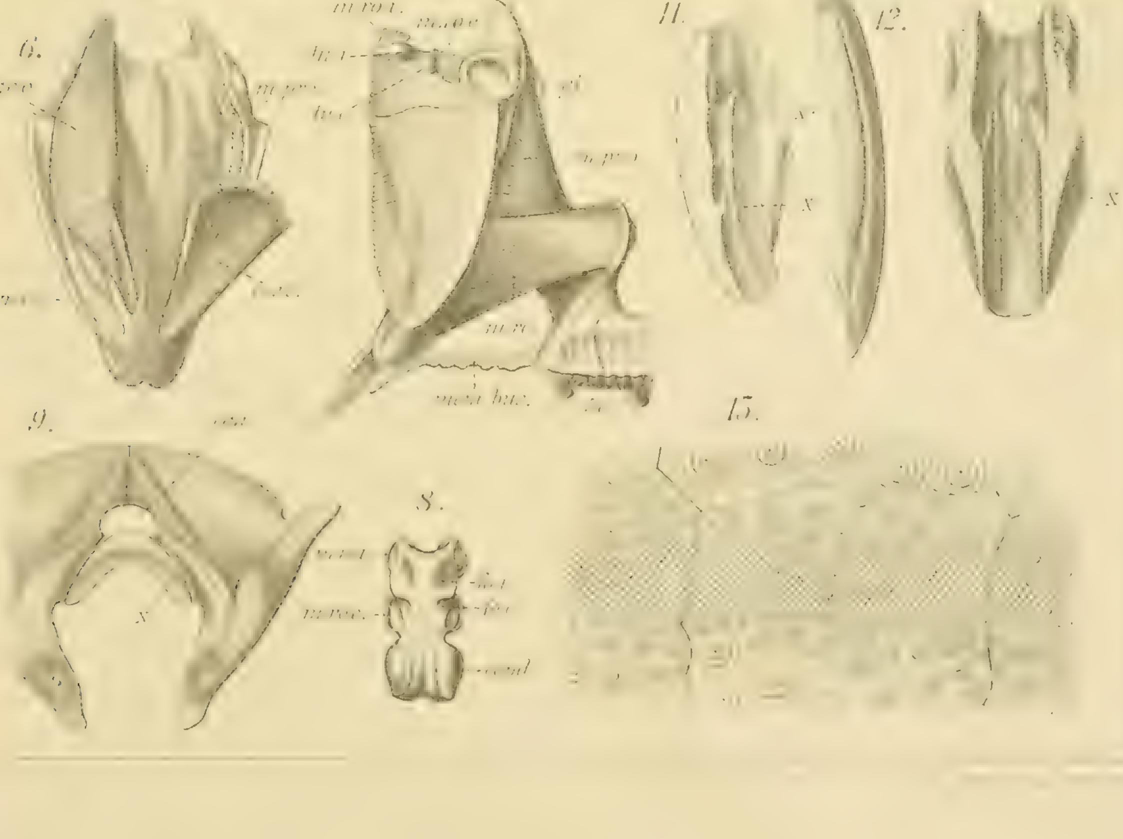
Erklärung von Tafel I.

Echinoidea. Schale. Kauapparat.

Fig.

1. Schale von *Echinus melo*, halbe Grösse. *A* Ambulacralfelder. *I* Interambulacralfelder.
2. Apicalpol von *Echinus melo*, nat. Grösse.
3. Kauapparat, Laterne des Aristoteles von oben gesehen, nach Entfernung der Gabelstücke und aller Weichtheile von *Strongylocentrotus lividus*. *a* Rotula, *b* Epiphyse der Pyramide.
4. Kauapparat von der Seite gesehen, *c* Pyramide, Kinnlade, nat. Grösse.
5. Kauapparat von *Echinometra lucunter* L. vom Interradius 5 aus gesehen. *I, V*, erstes, fünftes Ambulacrum, *m. pro* musculus protractor der Pyramide, *m. re* musculus retractor der Pyramide, *l* musculi radiales, *F* Gabelstücke, *Z* Zahnwurzel, *Au* Auriculae.
6. Die Pyramide 5 von aussen gesehen, um die Ansätze der Muskeln zu zeigen, von *Cidaris papillata* Leske.
7. Die Halb-Pyramide 5, Seitenansicht mit den Muskeln *m. pro* und *m. re in situ*. Die Articulation der Epiphyse *ep, gl* Glenoidalgrube, für den Vorsprung *cond* der Rotula Fig. 8, *tu. i, tu. e,* innerer und äusserer Tuberkel für die Gruben *foi* und *foe* in Fig. 8. *m. rot. i, m. rot. e*, innerer und äusserer Rotularmuskel, ebendaher.
8. Rotula von der Unterseite. Buchstabenbezeichnung wie Fig. 7, ebendaher.
9. Schnitt durch eine Pyramide mit ihrem Zahn, *can* Centralcanal, ebendaher.
10. Der Zahnschlitz mit den beiden „lineae eminentes" x, ebendaher.
11. Die halbe Alveolarhöhle, ebendaher.
12. Ein Zahn in Seitenansicht, ebendaher.
13. Theil einer Fasciole von *Agassizia scrobiculata* Val.

Fig. 1, 2 nach Köhler (348); 3 und 4 Originale; 5—12 nach Lovén (405); 13 nach Lovén (401).





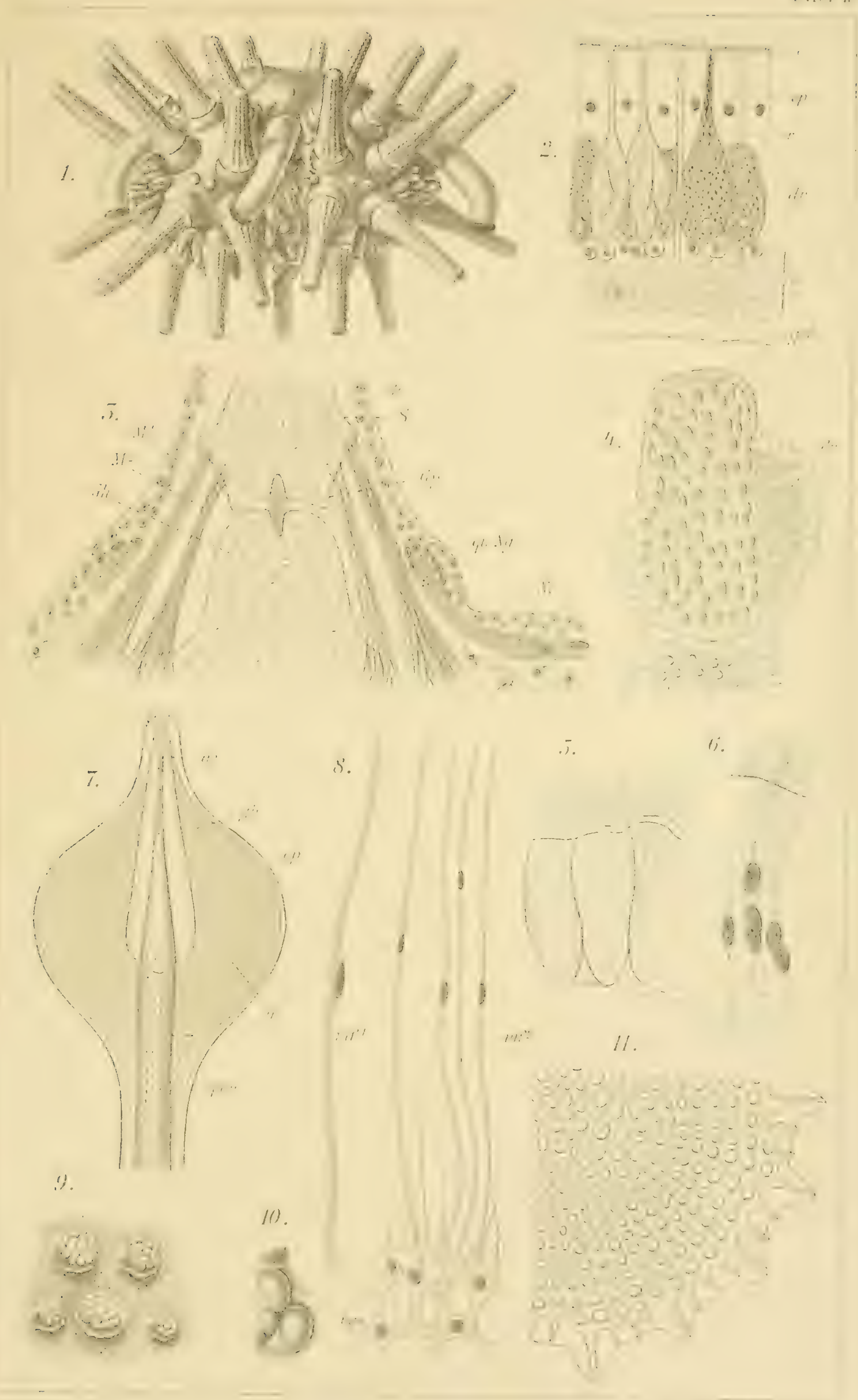
Erklärung von Tafel II.

Echinoidea. Haut. Aeussere Körperanhänge. Stacheln.

Fig.

1. Seitenansicht eines jungen *Goniocidaris canaliculata* Al. Ag., die provisorischen Ambulacralfüsschen ausgestreckt.
2. Längsschnitt durch die Epidermis von *Diadema setosum*, schematisch. *ep* Epidermis, *c* Cuticula, *dr* Drüsenzellen, *n* Nervenfaserschicht mit oberflächlich liegenden Ganglienzellen, *gef* Gefässraum (?) mit in das Integument laufenden Canälchen (?) *r*. —
3. Längsschnitt durch eine Stachelbasis *S* und Gelenkhöcker *Gh.*, *Gp* Gelenk . . . *ep* Epithel, *quNg* durchquerter Ringnerv an der Basis des Stachels, *Ne* epithelialer Hautnerv, M_1, M_2 innerer und äusserer Muskelmantel. *Strongylocentrotus lividus* entkalktes Präparat, schematisirt.
4. Neben-Stachel von *Dorocidaris papillata,* Lupenvergr.
5. Epidermis von einem Neben-Stachel von *Dorocidaris papillata*, im lebenden Zustand, stark vergr.
6. Epithelzellen (Sinneszellen), wie sie zwischen den Drüsenzellen liegen, ebendaher, stark vergr.
7. Schema eines Giftköpfchens von *Asthenosoma urens*, *por* Porenlängsreihen des Stachelschaftes; *oe* einzelne Oesen der Stachelspitze; *gb* Giftbeutel; *m* die Muskeln des Giftköpfchens; *ep* sein äusseres plattes Epithel, vergr.
8. Muskelzellen aus den Gelenkhüllen eines Stachels, mf^1 aus der äusseren, mf^2 aus der inneren, *Strongylocentrotus lividus,* stark vergr.
9. 10. Protuberanzen des Epistroms von *Pygaster semisulcatus* und *Pygastrides relictus,* vergr.
11. Querschnitt durch einen Stachel von *Salenia profundi*, vergr.

Fig. 1 nach Lovén (405); Fig. 2, 7 nach Sarasin (587); Fig. 3, 4—6 nach Hamann (290); Fig. 9, 10 nach Lovén (407); Fig. 11 nach Bell (76).





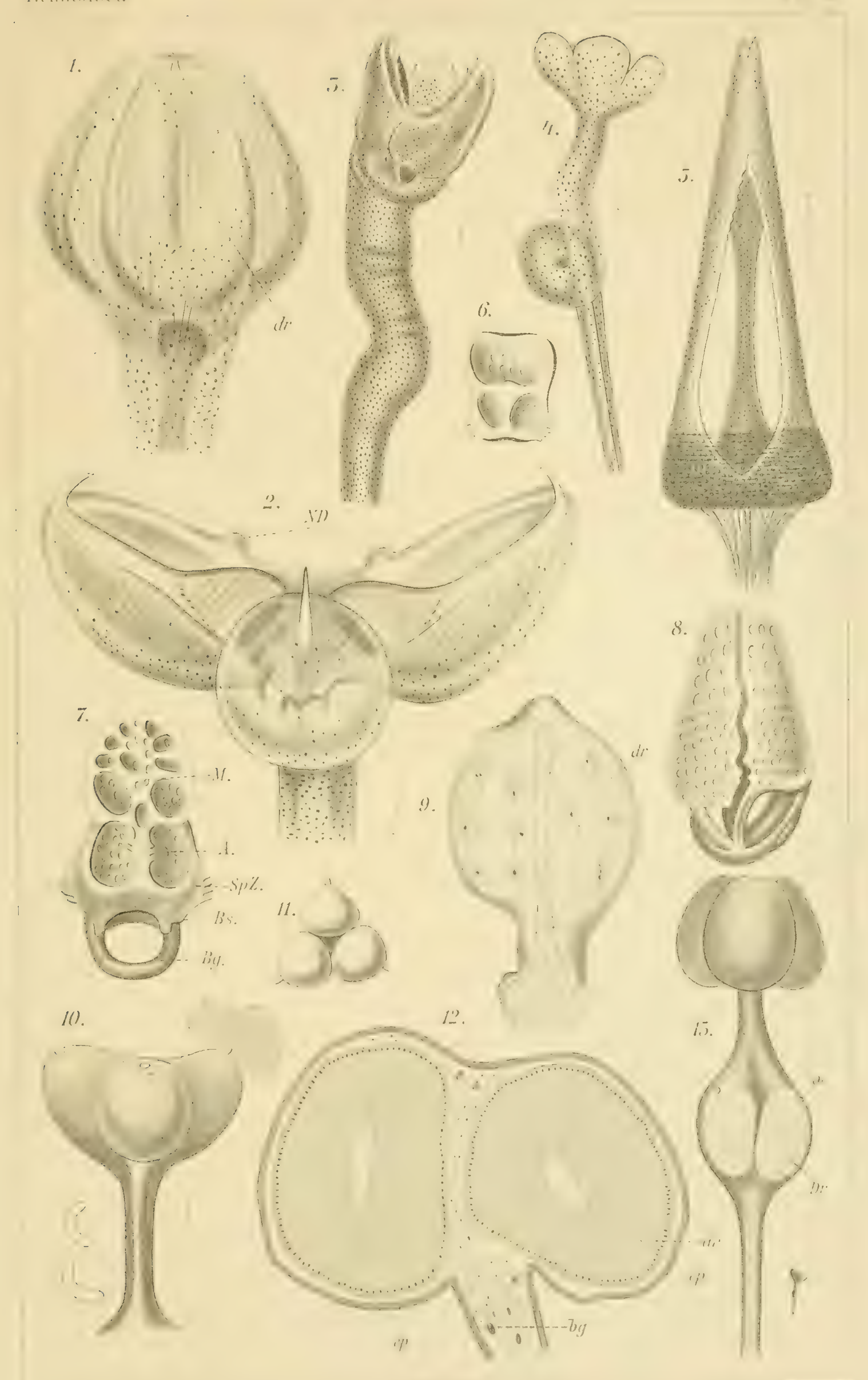
Erklärung von Tafel III.

Echinoidea. Aeussere Körperanhänge: Pedicellarien und Globiferen.

Fig.

1. Gemmiforme Pedicellarie (Giftzange) von *Echinus acutus* in Ruhe, vergr.
2. Gemmiforme Pedicellarie von *Echinus acutus* geöffnet. *ND* Neurodermorgan.
3. Ophiocephale Pedicellarie (Beisszange) von *Echinus acutus.*
4. Trifoliate Pedicellarie (Putzzange) von *Echinus acutus.*
5. Tridactyle Pedicellarie (Klappzange) von *Echinus acutus.*
6. Zangenglied einer Putzzange von *Sphaerechinus esculentus.*
7. Zangenglied einer Beisszange von *Tripneustes ventricosus. M* Maul, *A* Apophyse, *Spz* Sperrzähne, *Bs* Basis, *Bg* Bogen.
8. Skelett einer Beisszange von *Acrocladia mammillata.*
9. Globifere von *Centrostephanus longispinus. dr* Drüsensäcke.
10. Globifere von *Sphaerechinus granularis*, lebend, daneben Kalkkörper aus dem Epithel.
11. Ansicht einer Globifere von oben auf die drei Drüsensäcke.
12. Längsschnitt durch zwei Drüsensäcke einer Globifere von *Centrostephanus longispinus. dr* Drüsenzellen, *bg* Bindesubstanz, *ep* Epidermis, vergr.
13. Gemmiforme Pedicellarie von *Sphaerechinus granularis. Dr* Drüsensäcke am Stiel, *oe* ihre äussere Oeffnungen, daneben in natürlicher Grösse.

Fig. 1—4 nach von Uexküll (661); 5 nach Köhler (352); 6—8 nach Perrier (521); 9—13 nach Hamann (290).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
dr
ND
M.
A.
SpZ.
Bs.
Bg.
bg
dr



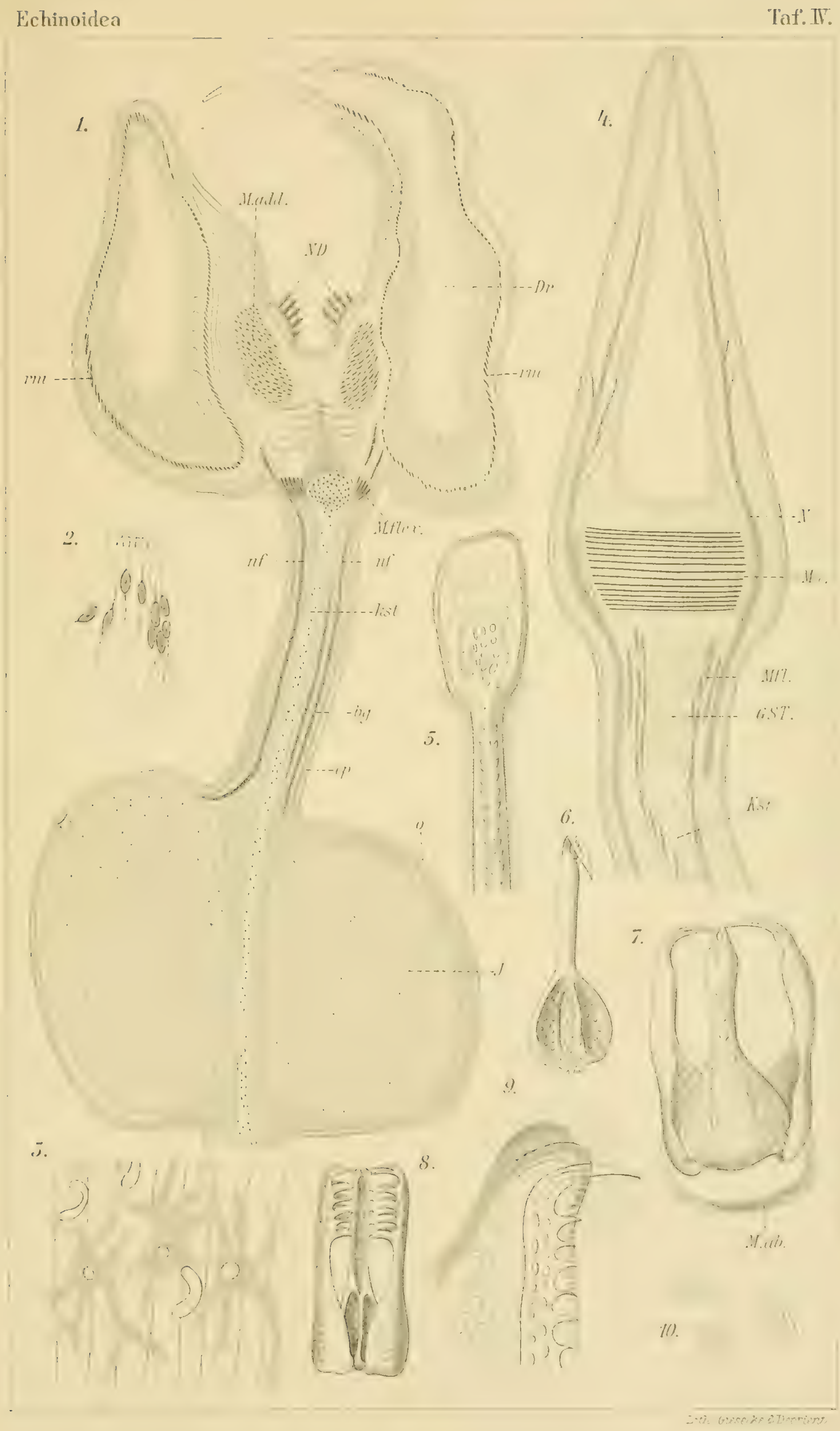
Erklärung von Tafel IV.

Echinoidea. Aeussere Körperanhänge: Pedicellarien und Globiferen.

Fig.

1. Längsschnitt durch eine entkalkte gemmiforme Pedicellarie von *Spaerechinus granularis*. *Dr* die der Länge nach durchschnittenen Drüsen in den Zangengliedern, *rm* die Musculatur der Drüsen, *ND* Neurodermorgane, *M. add.* Adductoren-Muskeln der Zangenglieder, *M. flex* Flexoren, *Kst* Kalkstab des Stieles in dessen Mitte verlaufend, *bg* Bindesubstanz, *nf* Nervenzüge, *ep* Epithel, *O* die Oeffnungen der Drüsen des Stieles, *I* ihr Inhalt, vergr.
2. Epithelzellen, macerirt, aus dem Neurodermorgan einer gemmiformen Pedicellarie von *Echinus microtuberculatus,* stark vergr.
3. Pigmentzellen und sichelförmige Kalkkörper von einer lebenden Globifere von *Sphaerechinus granularis* von der Fläche gesehen, stark vergr.
4. Längsschnitt durch eine entkalkte Klappzange (tridactyle) von *Centrostephanus longispinus*. *N* Nervenzüge, *Ma* Adductoren-Muskel, *Mfl* Flexoren der Zangenglieder *Gst* Gallertstiel, *Kst* Kalkstab des Stieles, vergr.
5. Clavula aus einer Fasciole — von *Schizaster canaliferus,* vergr.
6. Zangenglied-Skelett von einer gemmiformen Pedicellarie von innen gesehen, *Tripneustes bicolor*, vergr.
7. Skelett einer gemmiformen Pedicellarie von *Tripneustes ventricosus*, *M. ab.* Abductoren (Oeffner), vergr.
8. Skelett einer gemmiformen Pedicellarie von *Psammechinus miliaris,* vergr.
9. Spitze einer lebenden gemmiformen Pedicellarie von *Echinus microtuberculatus*, Lupenvergr.
10. Contrahirte Pigmentzellen aus einer Globifere von *Centrostephanus longispinus*, vergr.

Fig. 1—5, 9, 10 nach Hamann (290); Fig. 6—8 nach Perrier (521).


1.
M.add.
ND
Dr
rm
rm
M.flex.
nf
nf
kst
bg
p
2.
3.
4.
N
M.
M.fl.
G.ST.
Kst
5.
6.
7.
8.
9.
10.
M.ab.



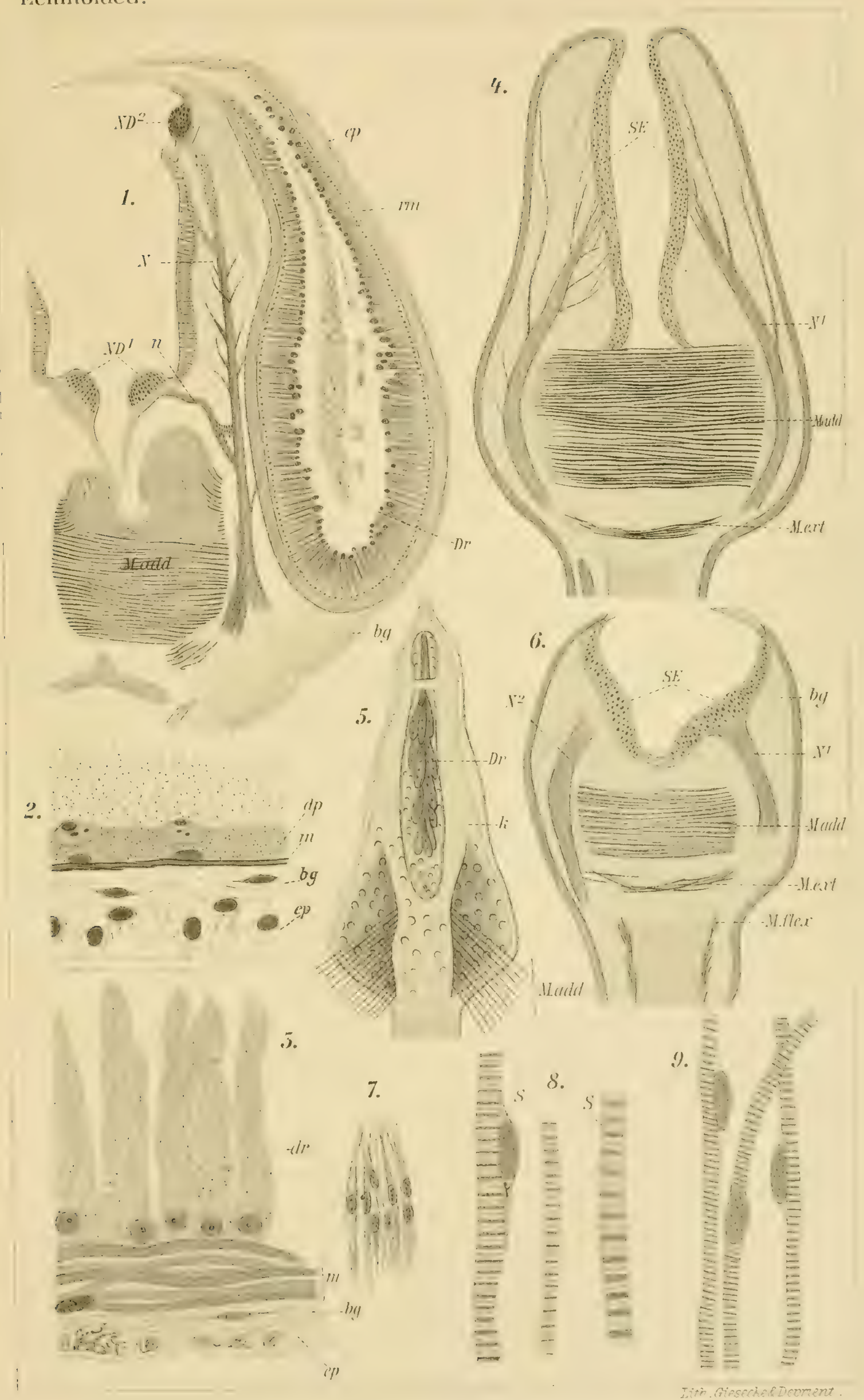
Erklärung von Tafel V.

Echinoidea. Aeussere Körperanhänge: Pedicellarien.

Fig.

1. Längsschnitt durch eine Greifzange einer gemmiformen Pedicellarie von *Echinus acutus*. *ND*[1], *ND*[2] *Neurodermorgane*. *ep* Epithel. *rm* Ringmuskelschicht. *Dr* Drüsenlumen. *N,n* Nerv. *S* Sinnesepithel. *M.add* Adductorenmuskel, Schliessmuskel. *bg* Bindesubstanzschicht, vergr.
2. Schnitt durch die Wandung einer Globifere mit der Secretmasse. *dr* Innen-(Drüsen-) Epithel, darunter die Muskelschicht, Bindesubstanzschicht und nach aussen die Epidermis mit der Cuticula, vergr.
3. Schnitt durch die Wandung einer Drüse der gemmiformen Pedicellarie von *Sphaerechinus granularis*. *dr* Drüsenzellen. *m* Ringmuskelschicht. *bg* Bindesubstanz. *ep* Epidermis mit Pigmentzellen, vergr.
4. Längsschnitt durch eine ophiocephale Pedicellarie (Beisszange) von der Mundscheibe von *Echinus microtuberculatus*. *M.ext* Extensorenmuskel. *M.add* Schliessmuskel. *N* Nerv. *SE* Sinnesepithel mit Nervenendigungen, vergr.
5. Innenansicht der Greifzange einer Pedicellarie von der Mundfläche von *Dorocidaris papillata*. *Dr* Drüsenschläuche, vergr.
6. Längsschnitt durch die trifoliate Pedicellarie (Putzzange) von *Echinus microtuberculatus*. *SE* Sinnesepithel. *N*[1], *N*[2] Nerven. *M.flex* Flexorenmuskel. *M.ext* Extensorenmuskel. *M.add* Adductorenmuskel, vergr.
7. Junge Muskelzellen eines *M.adductor* aus einer in der Entwicklung begriffenen Pedicellarie eines *Sphaerechinus granularis* von 1 cm Durchmesser, stark vergr.
8. Quergestreifte Muskelfasern von *Centrostephanus longispinus*, stark vergr.
9. Frische quergestreifte Muskelfasern von *Echinus acutus*. *S* Sarkolemm, stark vergr.

Fig. 1—9 nach Hamann (290).



Lith. Giesecke & Devrient.



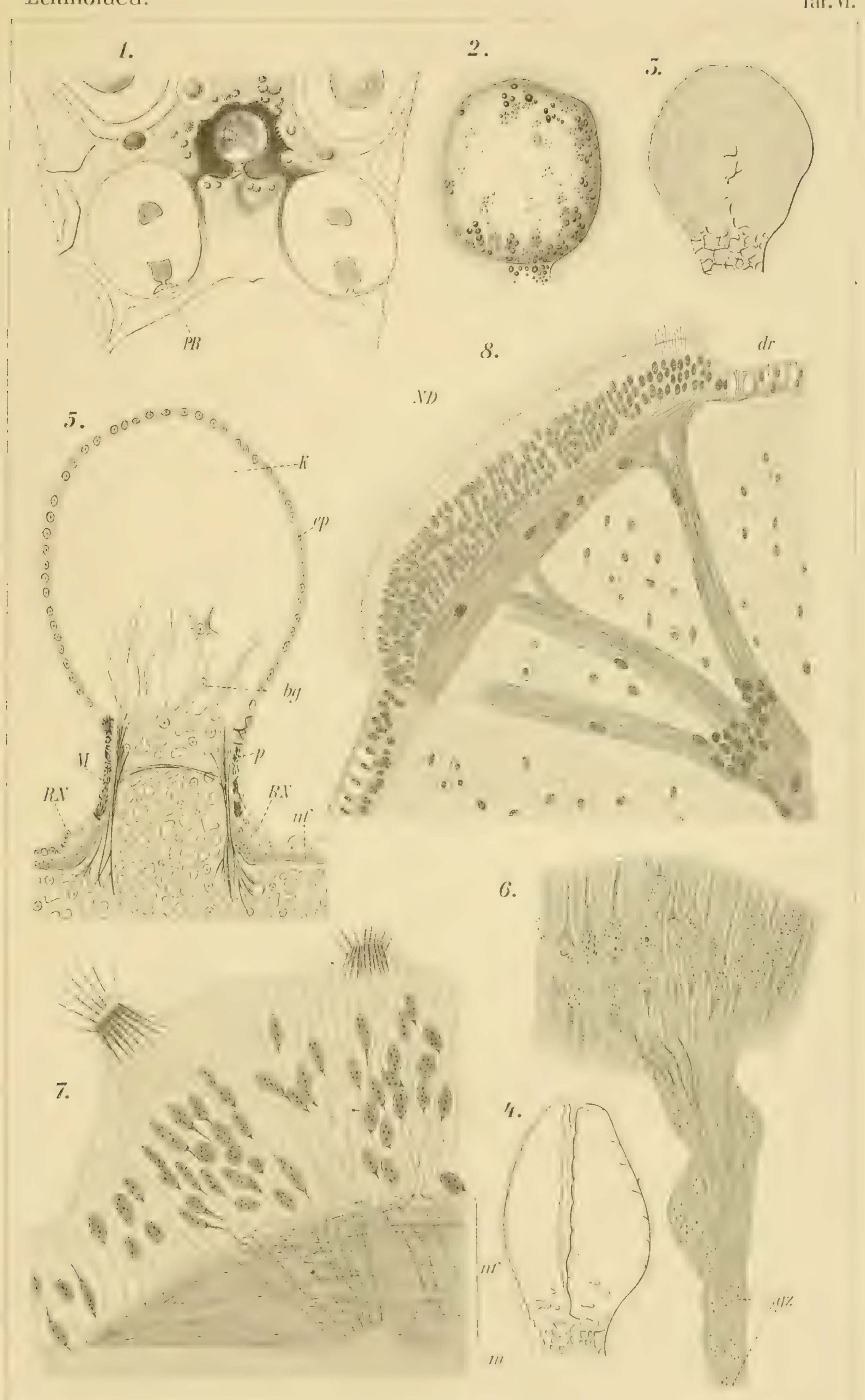
Erklärung von Tafel VI.

Echinoidea. Aeussere Körperanhänge: Sphäridien, Pedicellarien.

Fig.

1. Sphäridie von *Echinocidaris nigra* Mol. in seiner Nische. *PR* Perisomrand, vergr.
2. Lebende Sphäridie von *Brissopsis lyrifera* Forb., vergr.
3. 4. Sphäridie von *Spatangus purpureus* O.F.M., vergr.
5. Längsschnitt durch eine entkalkte Sphäridie. *ep* Epithel. *k* verkalkter Theil der Bindesubstanz *bg*. *p* Pigment. *M* Muskelschicht. *RN* durchquerter basaler Nervenring. *nf* Nervenfasern in der Epidermis der Schale, stark vergr.
6. Längsschnitt durch ein basales Neurodermorgan *ND* mit den hinzutretenden Nervenzügen von einem *Echinus acutus* (gemmiforme Pedicellarie). *dr* Drüsenzellen.
7. Verticalschnitt durch das Neurodermorgan einer gemmiformen Pedicellarie von *Sphaerechinus granularis*, stark vergr.
8. Nervenendigung im Epithel einer Pedicellarie von *Echinus acutus* in *S* in Fig. 1 Taf. V, stark vergr.

Fig. 1—4 nach Lovén (401), 5—8 nach Hamann (290).


1.
PR
2.
3.
5.
K
ep
bg
p
M
RN
RN
nf
8.
dr
ND
6.
7.
4.
nf
m
gZ



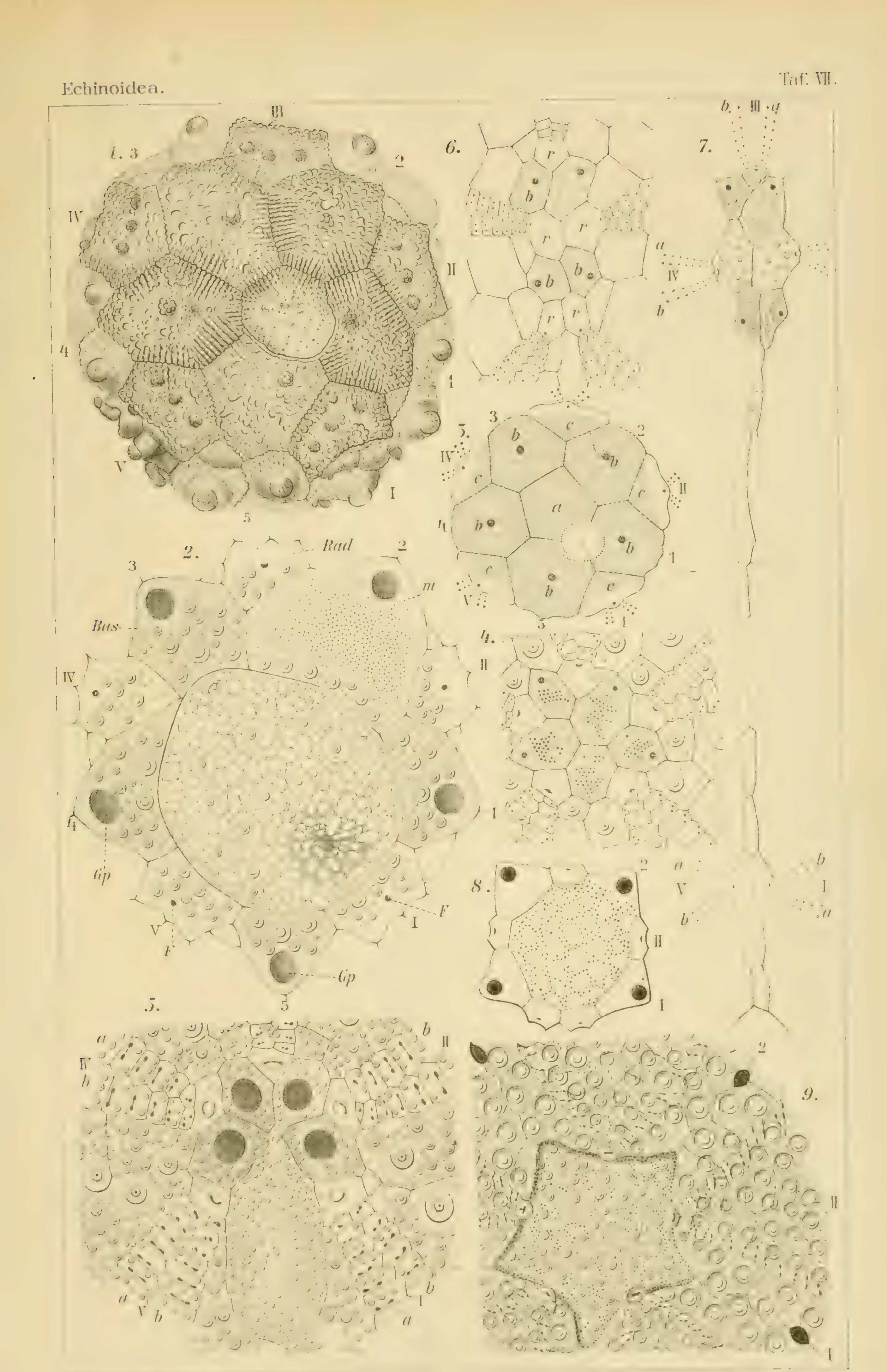
Erklärung von Tafel VII.

Echinoidea. Apicalskelet.

Fig.

1. Dorsalansicht eines jungen *Strongylocentrotus droebachiensis* O. F. M. von 1,2 mm. Die Dorsocentralplatte umgeben von den fünf Basalia, nach aussen die fünf Radialia.
2. Dorsalansicht des Apicalskeletes eines jungen *Strongylocentrotus droebachiensis* O. F. M. von 56 mm. Die Centralscheibe unter der Menge der kleinen Platten, die das Afterfeld bedecken, nicht mehr erkennbar. I—V Radialia (Ocellarplatten). 1—5 Basalia (Genitalplatten). *m* Basale mit dem Porensystem des Steincanales.
3. Apicalskelet von *Salenia sp.* a. Dorsocentrale. b. Basalia. c. Radialia. I—V Ambulacralfelder (Radien). 1—5 Interambulacralfelder (Interradien). Das Afterfeld ist als doppelt conturirter heller Kreis zu erkennen.
4. Apicalskelet von *Discoidea conica* Desor. Die 5 Basalia eng zusammenliegend.
5. Apicalskelet von *Meoma ventricosa* Lam. Das vordere rechte (zweite) Basale mit der Centralplatte verschmolzen. Auf beiden das Porensystem des Steincanales.
6. Apicalskelet von *Holaster suborbicularis* Defr. *b* Basalia. *r* Radialia.
7. Apicalskelet von *Collyrites elliptica* Lam. Die Basalia dunkel gehalten.
8. Apicalskelet von *Pygurus depressus* Ag. Das vordere rechte (zweite) Basale mit der Centralplatte verschmolzen.
9. Apicalskelet von *Clypeaster rosaceus* L.

Fig. 1 nach Lovén (405); 2—9 nach Lovén (401).





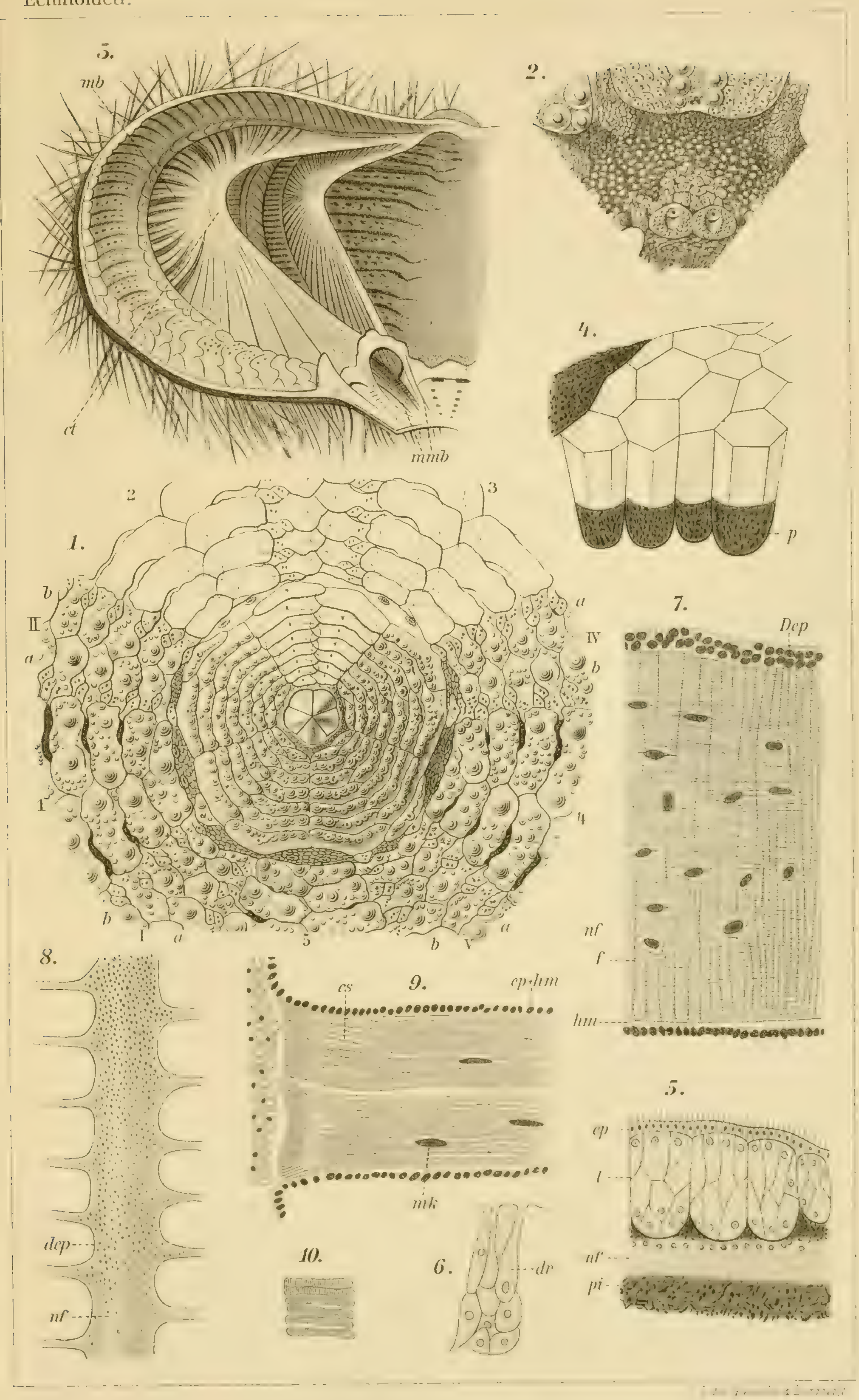
Erklärung von Tafel VIII.

Echinoidea. Haut, Sinnesorgane, Musculatur.

Fig.

1. Theil der Ventralseite von *Asthenosoma varium* Grube. Die schwachen Linien kennzeichnen die verdeckten Theile der Platten.
2. Mundhaut von *Echinocidaris nigra* Mol.
3. Innenansicht eines Theils der Leibeshöhle mit den Längsmuskeln *mb* von *Asthenosoma urens* Saras. *ct* centrum tendineum der Längsmuskeln. *mmb* Muskeln der Mundmembran.
4. Sogenannte „zusammengesetzte Augen“ von *Diadema setosum*. *p* Pigmentbecher.
5. Durchschnitt durch die Pigmentbecher, schematisch. *ep* Epithel (Cornea). *l* lichtbrechender Körper (?). *nf* Nervenplexus mit Ganglienzellenbelag. *pi* Pigmentanhäufung unterhalb des Nervenplexus, stark vergr.
6. Drüsenzellen aus der Epidermis von *Diadema setosum*, stark vergr.
7. Längsschnitt durch den Schlundring von *Sphaerechinus granularis*. *nf* Nervenfasern. *Dep* Deckepithel. *gz* Ganglienzellen zwischen den Nervenfasern.
8. Ambulacralnervenstamm, frei präparirt, mit den seitlich abgehenden Nervenästen. *Sphaerechinus granularis*, vergr.
9. Muskelbänder vom Interpyramidalmuskel von *Sphaerechinus granularis*, vergr.
10. Querschnitt von fünf Muskelbändern ebendaher, vergr.

Fig. 1, 2 nach Lovén (405); 3—6 nach F. u. P. Sarasin (590); 7—10 nach Hamann (290).


3.
mb
ct
mmb
2.
4.
p
1.
2
3
b
II
a
IV
b
1
4
b
I
a
5
b
V
a
7.
Dep
nf
f
hm
8.
9.
cs
ep+hm
mk
5.
ep
l
nf
pi
dep
nf
10.
6.
dr



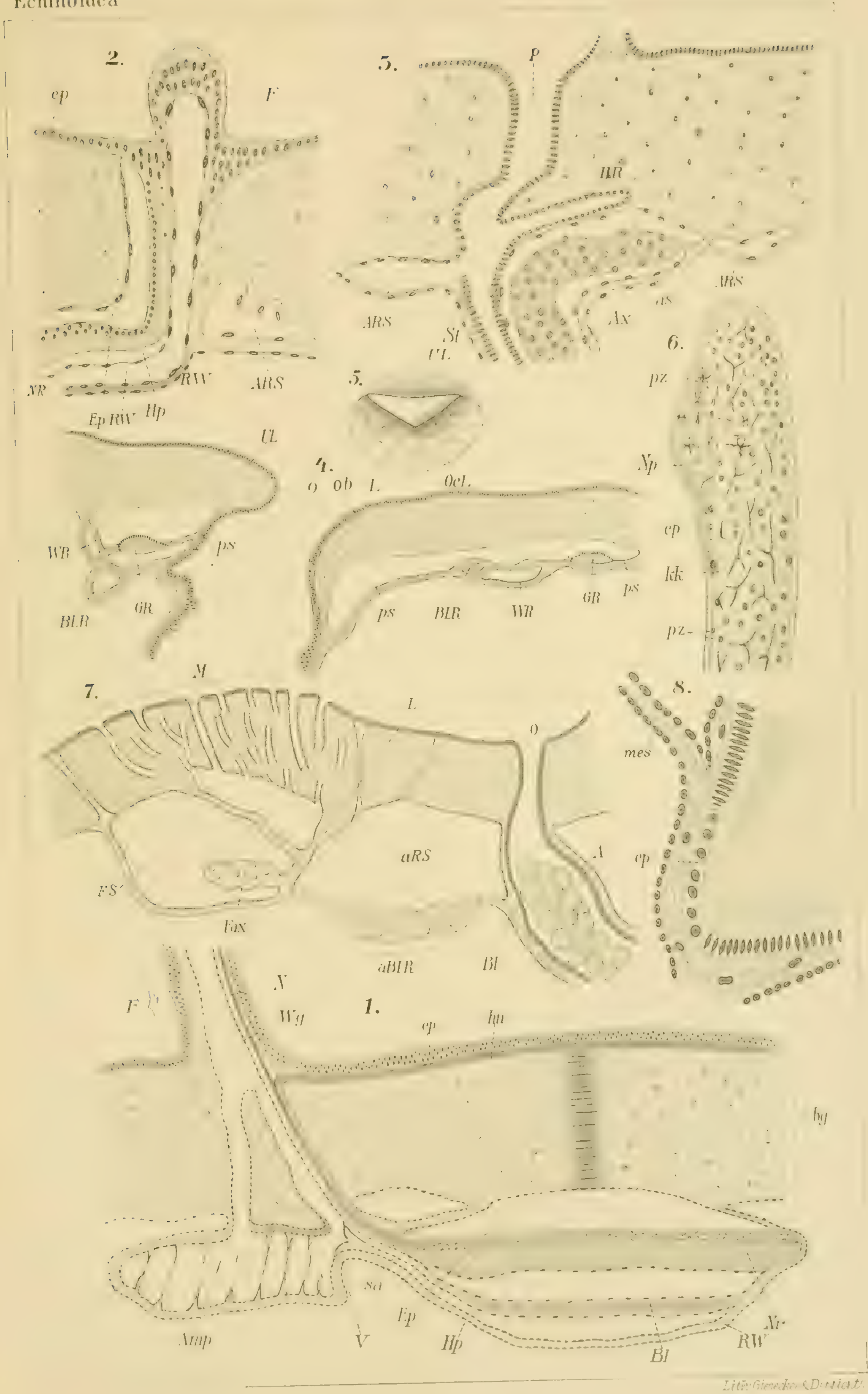
Erklärung von Tafel IX.

Echinoidea. Wassergefässsystem.

Fig.

1. Querschnitt durch ein Ambulacrum von *Sphaerechinus granularis*. *F* Ambulacralfüsschen. *Wg* Wassergefässcanal. *Amp* Ampulle. *ep* Epithel. *Nr* durchquerter Ambulacral-Nervenstamm. *N* Nerv in der Wandung des Füsschens. *hn* Hautnerv. *Ep* Epineuralcanal. *Hp* Hyponeuralcanal. *RW* Radiäres (ambulacrales) Wassergefäss. *Bl* durchquerte Blutlacune. *V* Ventil an der Grenze der Ampulle und des Wassergefässastes.
2. Längsschnitt durch einen Terminalfühler *F* von *Echinocyamus pusillus*. *Ep* Epineuralcanal. *RW* Radiäres Wassergefäss. *Hp* Hyponeuralcanal. *NR* Radiärer Nervenstamm, der im Terminalfühler endet. *ARS* aboraler (genitaler) Ringsinus.
3. Längsschnitt durch den Wasserporus *P* von *Echinocyamus pusillus*. *HR* Ampulle. *as* Schlauchförmiger Canal. *Ax* Axialorgan. *St* Steincanal. *ARS* Analer Ringsinus.
4. Längsschnitt durch die Mundgegend von *Spatangus purpureus*. *WR* durchquerter Wassergefäss-Ringcanal. *BLR*, Blutlacunenring. *GR* Nervenschlundring. *ps* Periösophagalsinus. *ObL*, *UL*, Ober- und Unterlippe.
5. Unter- und Oberlippe von aussen gesehen von *Spatangus purpureus*.
6. Tastfüsschen von *Centrostephanus longispinus*. *Kk* Kalkstücke. *Np* Nervenpolster. *pz* Pigmentzellen.
7. Längsschnitt durch die Madreporenplatte *M* und Ausführgang eines Geschlechtsorgans *O*. Die Porenkanäle der Madreporenplatte münden in die Madreporenampulle. *FS* Fortsatzsinus. *Fax* Fortsatz des Axialorganes. *aRS* analer Ringsinus. *aBLR* analer Blutlacunenring. *BL* Blutlacunen in der Wandung des Ausführganges.
8. Stück der durchquerten Wandung des Steincanals von *Sphaerechinus granularis*. *ep* Innenepithel. *mes* Mesenterium.

Fig. 1, 5, 6, 8 nach Hamann (290); 2, 3 nach Cuénot (136); 4 nach Prouho (556); 7 nach Leipoldt (374).


2.
ep
F
NR
RW
ARS
Ep RW
Hp
3.
P
BR
ARS
St
UL
Ax
as
5.
4.
o
ob
L
OeL
UL
WR
ps
BLR
GR
ps
BLR
WR
GR
6.
pz
Np
ep
kk
pz
7.
M
L
o
aRS
FS
Fax
aBLR
Bl
A
8.
mes
ep
N
Wg
F
1.
ep
hn
bg
Amp
sa
Ep
V
Hp
Bl
Nr
RW



Erklärung von Tafel X.

Echinoidea. Anatomie des Kauapparates, der Mundhaut und des Darmes. Inhaltsflüssigkeit des Cöloms.

Fig.

1. Längsschnitt durch den Kauapparat eines *Strongylocentrotus* durch einen Radius und die Mitte eines Interradius. *WR* Ringcanal des Wassergefässsystems. Darüber *BR* der Blutlacunenring. *BL* Lacune, die zum Axialorgan zieht. *St* Steincanal. *NR* Schlundring. *rN* radiärer Nervenstamm. *bl* radiäre Blutlacune. *W* radiäres Wassergefäss. *Z* Zähne. *c* Compass. *d* Rotula. *M* Laternenmembran, den Peripharyngealhohlraum begrenzend. *zb* Zahnblase. *K* Kieme. *Mf* Mundfüsschen.
2. Verlauf der Speiseröhre *oe*, des Steincanales *Stk*, des Axialorganes *Ax*. *BLR* Blutlacunenring. *DBL* dorsale Blutlacune. *VBL* ventrale (innere) Blutlacune. *ND* Nebendarm. *Mes* Mesenterium. *Rk* Wassergefäss-Ringcanal. *Sphaerechinus granularis*.
3. Innenansicht der Oberlippe *OL* mit dem Schlunde. *WGR* Wassergefäss-Ringcanal. *Sch* + *GR* Nerven-Schlundring und Blutlacunenring. *Oes* Schlund. *BL* Blutlacune. *WG* Wassergefäss. *b'* Blutlacune, von der inneren Darmlacune kommend.
4. Stück eines Längsschnittes durch die Wandung einer Ambulacralkieme. *kz* Körnerzellen. *Kk* Kalkkörper in der Bindesubstanzschicht. *ep* Innenepithel.
5. Inhaltszellen aus der frischen Leibeshöhlenflüssigkeit von *Echinus microtuberculatus*. *a* kugelige Wimperzelle. *b*, *c* Zellen mit Pseudopodien. *d* Körnerzellen in verschiedenen Bewegungszuständen. *e* Pigmentzellen. *f* Körnerzellen stärker vergrössert.
6. Schema des Darmverlaufs von einem regulären Seeigel. *o* Mundöffnung. *a* After. *n* Nebendarm.
7. Schema des Darmverlaufs von einem *Spatangus*. *b* Blinddarm. *n* Nebendarm.

Fig. 1 nach Cuénot (136); 5a nach Cuénot (135); 2—4 nach Hamann (290).


2.
Mes
DBL
Ax
VBL
ND
BLR
3.
Sch
Mes
Oes
Wg
4.
kz
ep
kh
5.
6.
7.
1.
Zb
AO
BR
Wk
NR
K
Z
Mf



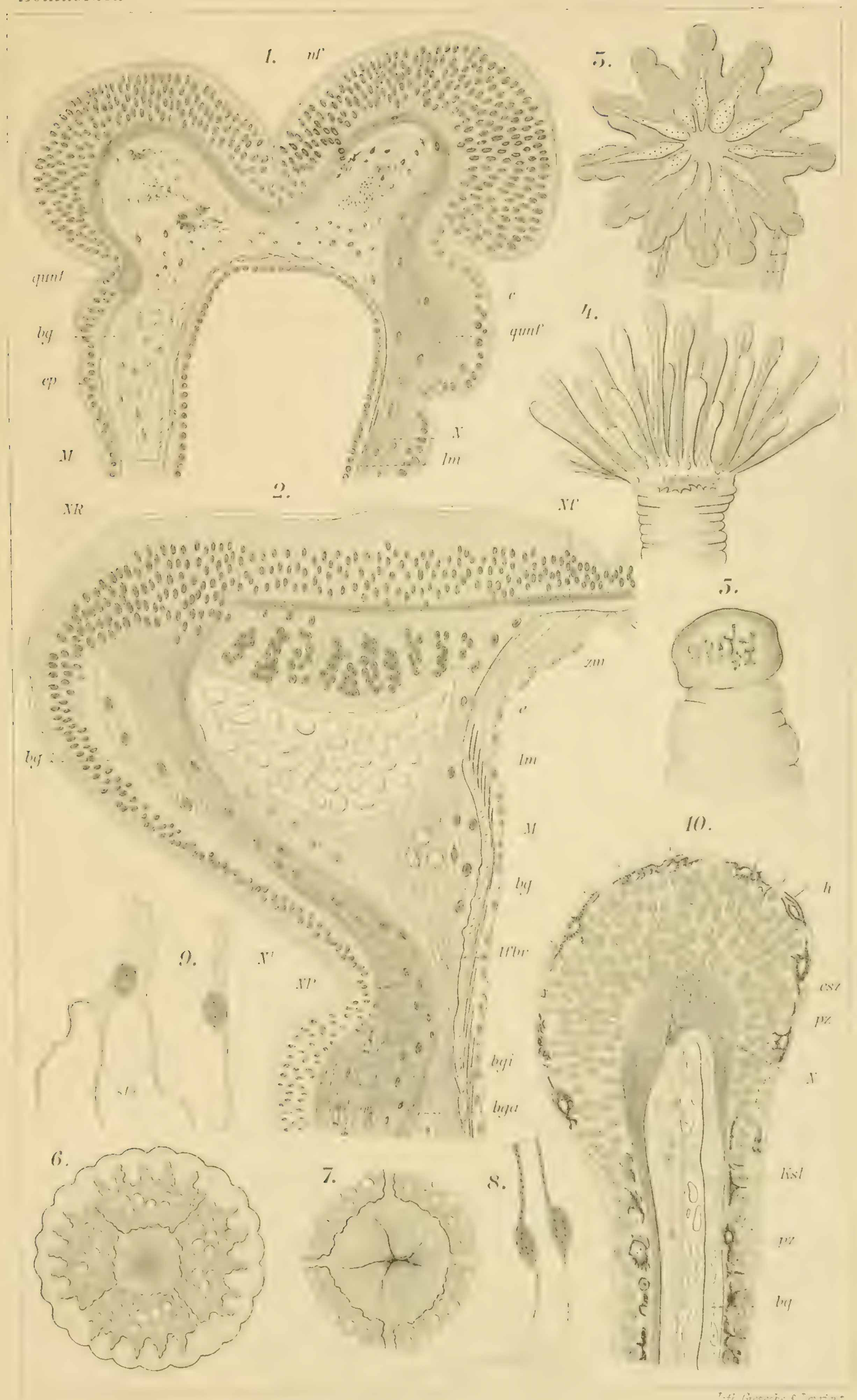
Erklärung von Tafel XI.

Echinoidea. Wassergefässsytem: Ambulacralfüsschen.

Fig.

1. Längsschnitt durch ein Mundfüsschen von *Sphaerechinus granularis* (sehr junges Thier). *N* Nervenzug. *qunf* durchquerte Nervenpolster. *bg* Bindesubstanzschicht. *M* Bindesubstanzlamelle aus ringförmig verlaufenden Fasern bestehend. *ep* Epidermis. *lm* Längsmuskelschicht.
2. Längsschnitt durch die Saugplatte eines Saugfüsschens von *Echinus acutus*. *Np* Nervenpolster. *e* Epithel des Hohlraums des Füsschens. N^1 Nervenzug zur Saugplatte. *nf* Nervenfasernschicht.
3. Tastfüsschen aus dem unpaaren Interradius von *Spatangus purpureus*. Lupenvergr.
4. Ein pinselförmiges Ambulacralfüsschen von *Palaeostoma mirabilis*.
5. Ende eines sublabialen Füsschens von *Pourtalesia Jeffreyi*.
6. Scheibe eines Saugfüsschens von *Toxopneustes droebachensis*, mit den vier Kalkplatten und den convergirenden Muskelfasern.
7. Centraltheil eines Saugfüsschens von *Toxopneustes droebachensis*.
8. Epithelzellen, Sinneszellen aus einem Saugfüsschen von *Sphaerechinus granularis*.
9. Epithelzellen aus einem Saugfüsschen von *Strongylocentrotus lividus*.

Fig. 1—3, 8, 9 nach Hamann (290); 4—7 nach Lovén (404).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.



Erklärung von Tafel XII.

Echinoidea. Blutlacunensystem. Darmtractus.

Fig.

1. Innenansicht des Darmtractus eines Seeigels mit dem Blutlacunensystem. Die Schale ist in ihrem oberen Theile abgetrennt, der Steincanal und das Axialorgan von der Madreporenplatte gelöst. In der Mitte sieht man den Kauapparat mit den fünf sog. Polischen Blasen. *ND* Nebendarm, zwischen Darm und ventraler Lacune verlaufend. *rb* radiale Blutlacune. *st* Steincanal und Axialorgan. *w* Schalenwandung. *uD* untere Darmwindung mit der ventralen Darmlacune. *oD* obere Darmwindung, nur theilweise hervortretend. *x* Nebenlacunen Perriers bei *Echinus sphaera.*
2. Theil der quer durchschnittenen Schlundwand von *Centrostephanus longispinus*, mit Drüsenzellen *dr,* Nervenfaserschicht *nf*, Bindesubstanzschicht *bg.*
3. Querschnitt durch die Speiseröhre von *Centrostephanus longispinus. ep* Drüsenzellenschicht. *qn* durchquerte Nervenzüge. *bg* Bindesubstanzschicht. *lm* Längsmuskelschicht. *rm* Ringmuskelschicht. *e* Leibeshöhlenepithel.
4. Querschnitt durch den Schlund von *Brissus unicolor. Ph* Pigmentanhäufungen. *Nqu* durchquerte Nervenzüge in der Bindesubstanzschicht.
5. und 6. Isolirte Zellen aus dem Epithel der Speiseröhre von *Echinus microtuberculatus.*
7. Dünndarmepithel aus einem mit Speiseresten gefüllten Darm eines jungen *Strongylocentrotus lividus.*
8. Längsschnitt durch ein Athemfüsschen aus den Petalodien von *Echinodiscus biforis. b b'* die beiden Canäle zwischen Ampulle und Füsschen. *m* Tasthügel, reich an Nervenfasern.
9. Isolirte Epithelzelle aus dem Dünndarm von *Sphaerechinus granularis.*
10. Innenansicht des Apicalpoles von *Dorocidaris papillata.* Speiseröhre *oe* und Axialorgan *ax* sind umgeklappt. *BL* Blutlacunenring. *WR* Wassergefäss-Ringcanal. *aB* analer Blutlacunenring. *G* Geschlechtsdrüsen. *R* Rectum. *m* Mesenterium, welches den Schlund und das Axialorgan verbindet.

Fig. 1 nach Perrier (526) und Vogt und Yung (Lehrb. d. vergl. Anat.); 2—7, 9 nach Hamann (290); 8 nach Cuénot (136); 10 nach Prouho (556).



Erklärung von Tafel XIII.

Echinoidea; Darmtractus, Axialorgan, Geschlechtsorgane.

Fig.

1. Querschnitt durch Darm, *DD*, Nebendarm *ND*, und ventrale Blutlacune *VBL*, *Mes* Mesenterium. *lm* Längsmuskelfasern. *rm* Ringmuscularis. *blf* Blutflüssigkeit. *bg* Bindesubstanz. *Sphaerechinus granularis.*
2. Stück des Darmes geöffnet, um die Mündung des Nebendarmes *ND* in den Darm zu zeigen. *BL* ventrale Blutlacune. *M* Mesenterium. *Brissus unicolor.*
3. Querschnitt durch das Ende der Madreporen-Apophyse von *Spatangus purpureus.* *p* Fortsatz des Axialorganes. *st* Steincanal mit der Mündung in den Anfangscanal *c* (canal annexe). *sp* Spongioses Gewebe. *h* Hohlraum unterhalb des Madreporiten.
4. Spermatozoen von *Strongylocentrotus lividus.* *n* Kern. *c* Centrosom. *m* Mitosom (Nebenkern). *s* Schwanz.
5. Entwicklung der Spermatozoen. *a* Spermatogonien. *b* in Theilung. *c* Spermatocyten. *d* dieselben in Zweitheilung. *e* Spermatozoen.
6. Querschnitt durch die Wandung eines Ovariums eines 2 cm grossen *Toxopneustes* *O* Eizelle. *bg* Bindesubstanz. *e* Aussenepithel.
7. Stück von einem Querschnitt durch den Dünndarm zwischen Ursprung und Ende des Nebendarmes von *Brissus unicolor.* In der Bindesubstanzschicht Pigmentkörner und geronnene Blutflüssigkeit. *S* Saum, Fussstücke der abgerissenen Wimpern der Epithelzellen.
8. Querschnitt durch das Axialorgan von *Brissus unicolor.* *St* Steincanalmündung in den Hohlraum des Axialorganes. *G* Lacunen.
9. Querschnitt durch das Axialorgan von *Sphaerechinus granularis.* *BL* Blutlacunen. *F* Fortsatz. *H* Hohlraum des Axialorganes. *St-k* Steincanal. *Mes* Mesenterium. *G* Gewebe mit sternförmigen Zellen.
10. Bindesubstanz mit sternförmigen Zellen aus dem Axialorgan ebendaher.
11. Sichelförmiger Kalkkörper aus dem Axialorgan von *Echinus microtuberculatus.*

Fig. 1, 2, 6—11 nach Hamann (290); 3 nach Prouho (557); 4, 5 nach Field (214).


1.
DD
ND
bg
rm
V.BL
lm
Mes
blf
2.
BL
ND
D
M
3.
st
p
c
sp
h
4a.
4b.
n
m
s
6.
o
bg
c
7.
8.
G
StK
9.
g
BL
Blf
F
Mes
H
StK
10.
11.
a
b
c
d
e



Erklärung von Tafel XIV.

Echinoidea. Entwicklungsgeschichte 1.

Fig.

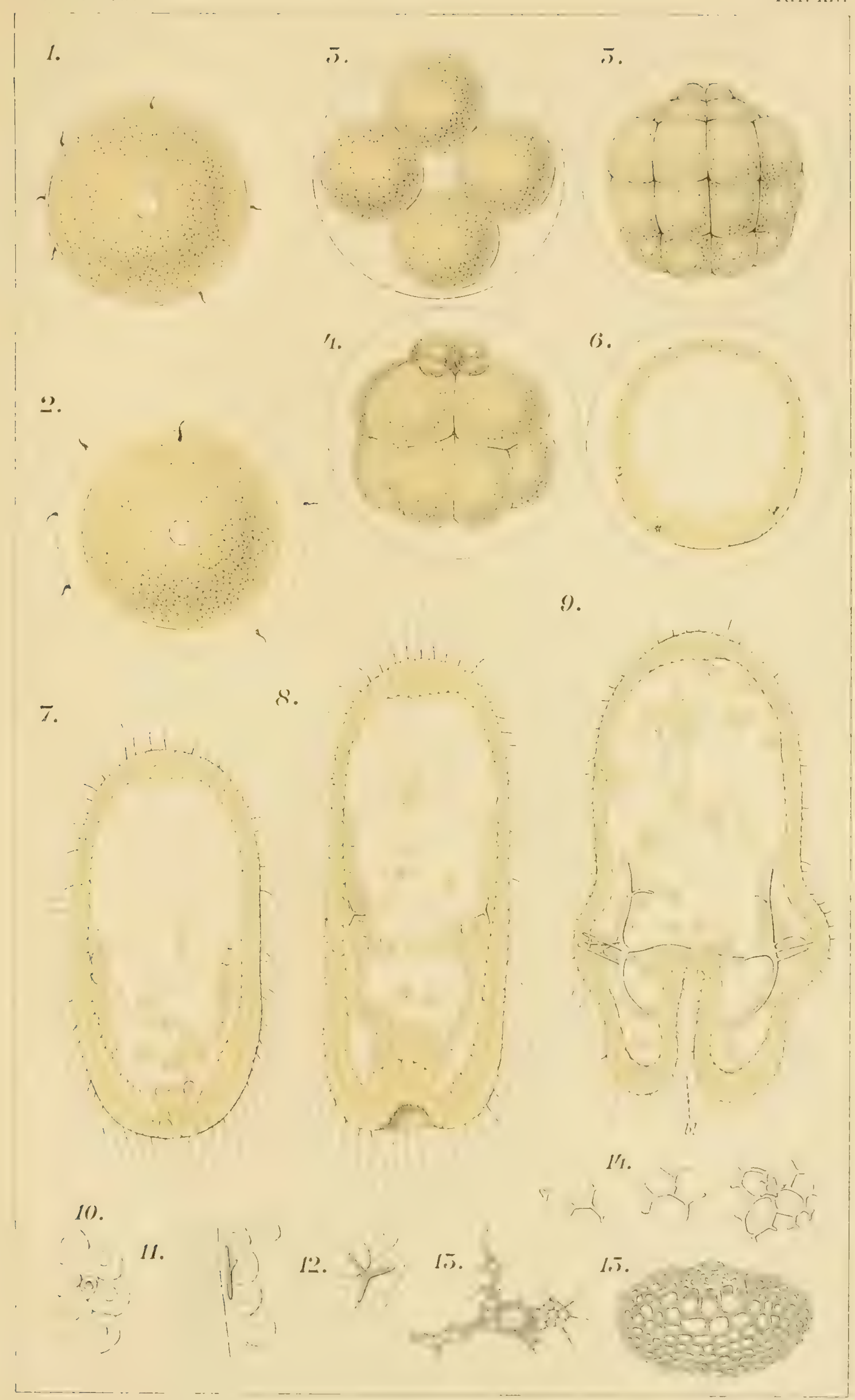
1. Das reife Ei in seiner Gallertschicht im Moment der Befruchtung. Ein Spermatozoon dringt in den Dotter ein, und die Dottermembran beginnt sich abzuheben. Durchmesser des Eis 0,16 mm.
2. Dasselbe Ei etwas später. Die Dottermembran hat sich abgehoben und das Ei zeigt feine radiäre Pseudopodien.
3. Stadium mit 4 Furchungskugeln, von oben gesehen.
4. Stadium mit 16 Segmenten. Seitenansicht.
5. Stadium mit 32 Segmenten. Seitenansicht.
6. Optischer Schnitt durch das Blastula-Stadium. 7 Stunden nach der Befruchtung. Durchmesser 0,1 mm. Einzelne Zellen sind in Theilung begriffen.
7. Blastula nach 20 Stunden. Optischer Längsschnitt die Einwanderung der Mesenchymzellen zeigend, vom vegetativen Pol aus. Länge 0,19 mm.
8. Junge Gastrula nach 25 Stunden. Das erste Paar von Kalkkörpern tritt auf. Länge 0,23 mm. Breite 0,08 mm.
9. Gastrula nach 40 Stunden. Beginn der Umwandlung zur Pluteuslarve. Länge 0,24 mm. Grösste Breite 0,14 mm.

10.—12. Bildung der Kalkstäbe aus einem Kalk-Tetraëder.

13. Pigmentzelle von der Innenseite des Ektoderms.

14.—15. Bildung einer Kalkplatte mit der Stachelwarze.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Echinocyamus pusillus O. F. M.* nach Théel (638).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
bl
10.
11.
12.
13.
14.
15.



Erklärung von Tafel XV.

Echinoidea. Entwicklungsgeschichte 2.

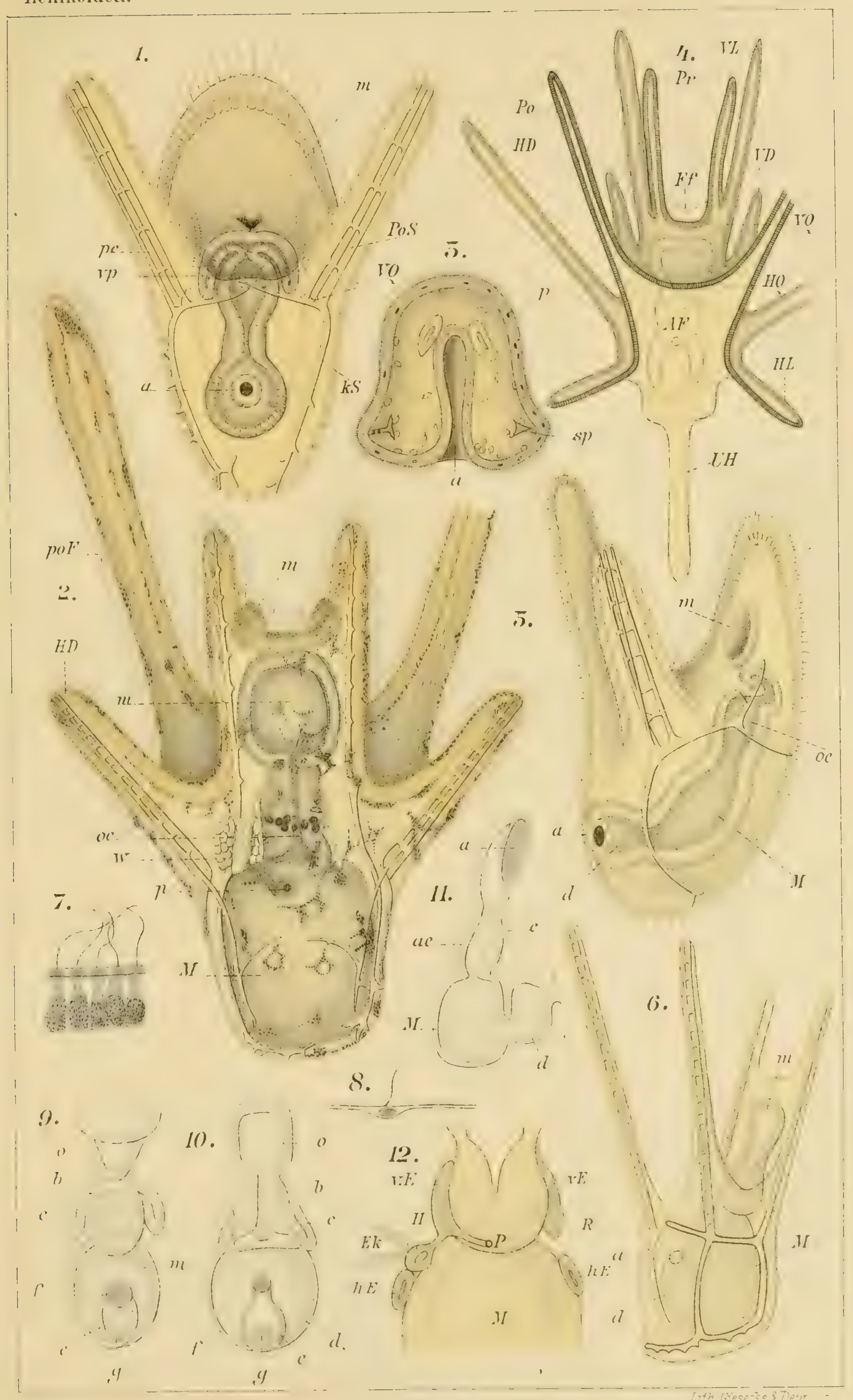
Fig.

1. Ventralansicht eines Echinopluteus von 48 Stunden von *Echinocyamus pusillus*. *vp* Vasoperitonealblase (Enterohydrocöl). *m* Mundeinstülpung. *a* After = Blastoporus. *PoS* Postoralstab. *VQ* Ventraler Querstab. *KS* Körperstab.
2. Rückenansicht eines älteren Stadiums, 10 Tage alt, von *Echinocyamus pusillus*. *m* Mund. *oe* Schlund. *W* linke Vasoperitonealblase. *p* Wasserporus. *M* Magen. *poF* Postoralfortsatz. *HD* hinterer Dorsalfortsatz.
3. Gastrulastadium von *Dorocidaris papillata* im optischen Längsschnitt. Das linke und rechte Enterohydrocöl seitlich vom Urdarm. *a* Blastoporus. *p* Pigmentzellen. *sp* Kalkkörper.
4. Echinopluteus einer Spatangide. *Ff* Frontalfeld. *AF* Analfeld. *VL*, *HL*, vorderer, hinterer Lateralfortsatz. *VD*, *HD*, vorderer, hinterer Dorsalfortsatz. *VQ*, *HQ*, vorderer, hinterer Quersaum. *Pr*, Präoralfortsatz. *Po*, Postoralfortsatz. *UH*, Unpaarer Hinterfortsatz.
5. Echinopluteus von der Seite gesehen. Dieselbe Larve wie in Fig. 1. *m* Mundeinstülpung. *oe* Schlund. *M* Magen. *d* Darm. *a* After. *Echinocyamus pusillus*.
6. Echinopluteus von *Echinocyamus pusillus*, mit 4 Fortsätzen. *m* Mund. *a* After. *oe* Schlund. *m* Magen.
7. Wimperepithel eines Wimperstreifens vom Pluteus von *Echinocyamus pusillus*.
8. Ektodermzelle eines Pluteus von 6 Tagen. *Echinocyamus pusillus*.

9.—10. Diagramme des Urdarms (Archenteron). *o* Mundeinstülpung. *b* Schlund. *c* Enterohydrocölblase (Vasoperitonealblase). *m* Magen. *e* Darm. *f* Afteröffnung. *g* Oeffnung zwischen Magen und Darm. *Echinocyamus pusillus*.

11. Seitenansicht des Archenterons von einer älteren Pluteuslarve. *Echinocyamus pusillus*.
12. Rückenansicht eines Echinopluteus. *vE*, vorderes Enterocöl der linken Seite mündet durch den Rückenporus *P*. *hE* hinteres Enterocöl. *R* Rechte Seite.

Fig. 1, 2, 5, 7—11 nach Théel (638); 3, 4 nach Joh. Müller-Mortensen (475); 6 nach Joh. Müller (499); 12 nach Bury (107).



1.
m
pe
vp
PoS
VQ
a
kS
2.
poF
HD
m
oc
W
p
M
3.
p
sp
a
4.
VZ
Pr
Po
HD
VD
Ff
VQ
HO
AF
HL
UH
5.
m
oc
a
d
M
6.
m
M
a
d
7.
8.
9.
o
b
c
m
f
e
g
10.
o
b
c
d.
f
e
g
11.
a
c
ae
M.
d
12.
vE
H
R
Ek
P
hE
M



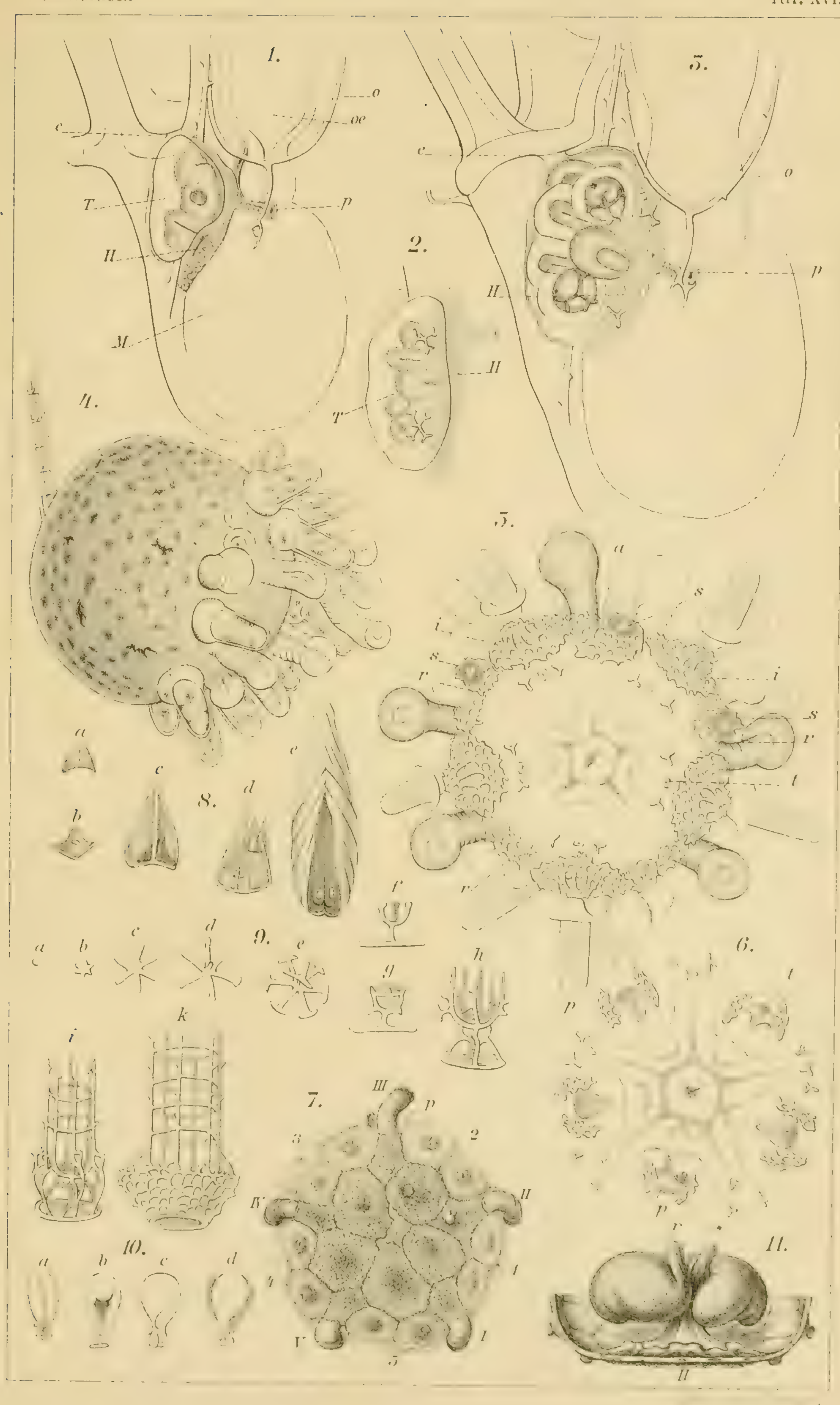
Erklärung von Tafel XVI.

Echinoidea. Entwicklungsgeschichte 3.

Fig.

1. Linke Seite eines Echinopluteus am 12. Tage. *e* Einstülpung des Ektoderms. *T* Tasche (Ektodermeinstülpung) in der sich der junge Seeigel entwickelt. *H* Hydrocöl mit dem Wasserporus *p*. *o* Kalkspiculum. *oe* Mundöffnung. *M* Magen des Pluteus.
2. Das Hydrocöl und die Tasche *T* mit der Ausstülpungen-Anlage der 5 Primordialtentakel, vorgeschrittenes Stadium.
3. Späteres Stadium eines Echinopluteus.
4. Seitenansicht eines sehr jungen Seeigels, 14—15 Tage alt. Durchmesser 0,24 mm, mit Resten des Larvenskeletes.
5. Ein junger Seeigel nach 14 Tagen, von der Bauchseite gesehen. Die Buccalmembran noch ohne Mundöffnung. *a* vorderes Ambulacrum. *p* hinteres unpaares Interambulacrum. *r* Radialplatten. *i* Interradialplatten. *s* Sphäridien in ihren Gruben. *t* Zahnanlage.
6. Das Peristom von der Aussenseite, mit den Zahnanlagen *t*.
7. Rückenansicht einer 1,45 mm im Durchmesser grossen *Goniocidaris canaliculata*. *I—V* Interradien, *1—5* Radien. Zwischen den 5 Radialplatten ist die Centrodorsalplatte noch nicht gebildet. *p* Primordialtentakel, die zu den Endfühlern werden.
8. *a—e* Entwicklung eines Zahnes. *e* 0,08 mm lang, 0,024 mm breit.
9. *a—k* Entwicklung eines Stachels.
10. *a—d* Entwicklung einer Sphäridie. Länge von 0,01—0,012 mm.
11. Seitenansicht des Darmtractus einer jungen *Goniocidaris canaliculata*. *r* Rectum. * Steincanal, Axialorgan, Blutlacunen in Verbindung.

Fig. 1—6, 8—10 beziehen sich auf *Echinocyamus pusillus* nach Théel (638); 7, 11 nach Lovén (405).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.



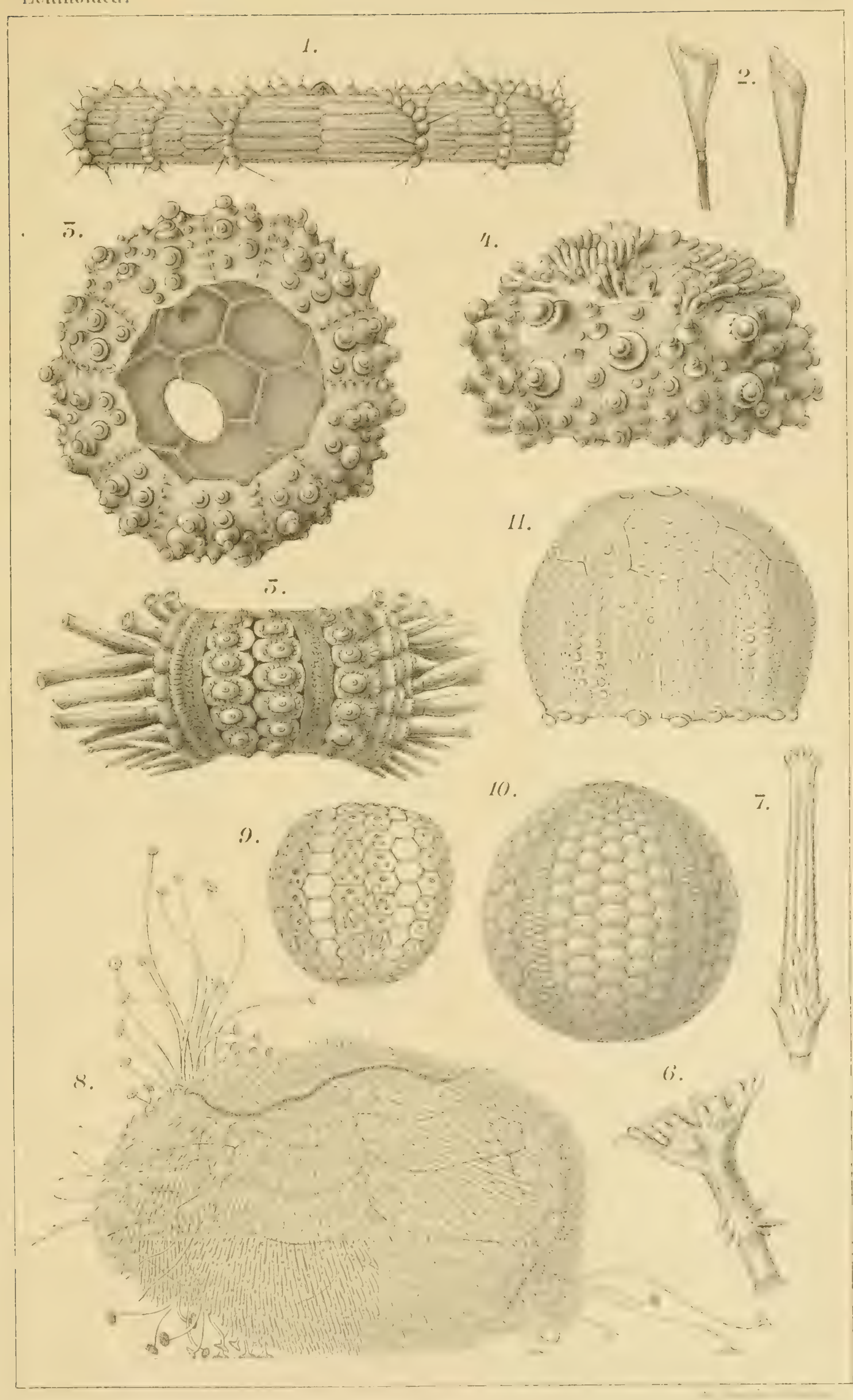
Erklärung von Tafel XVII.

Echinoidea. Systematik 1.

Fig.

1. *Asthenosoma pellucidum* A. Ag. Junges Thier, von der Seite gesehen.
2. Stacheln von der Dorsalseite von *Phormosoma luculentum* A. Ag.
3. *Salenia goësiana* Lov. von der Bauchseite gesehen.
4. *Salenia goësiana* Lov. von der rechten Seite gesehen.
5. *Goniocidaris geranioides* Des. Seitenansicht, der vordere Radius von Stacheln entblösst.
6. Stachel von napfähnlicher Gestalt von *Goniocidaris florigera* A. Ag.
7. Stachel von *Goniocidaris tubaria* Lütk.
8. *Brissopsis lyrifera* Forb. Junges Thier im Leben. Nat. Grösse.
9. *Bothriocidaris pahleni* F. Schmidt.
10. *Palaechinus elegans* McCoy. fossil, Kohlenkalkstein Irlands.
11. *Tiarechinus princeps* Neumayr, Trias, Tirol.

Fig. 1, 2, 6, 7 nach Agassiz (17); 3, 4, 8 nach Lovén (401); 5 nach Desor (152); 9 nach F. Schmidt (Mém. Acad. Pét. Sér. 7, T. 21); 10 nach Baily (Journ. R. Geol. Soc. 1867); 11 nach Lovén (404).


1.
2.
3.
4.
11.
5.
10.
7.
9.
8.
6.

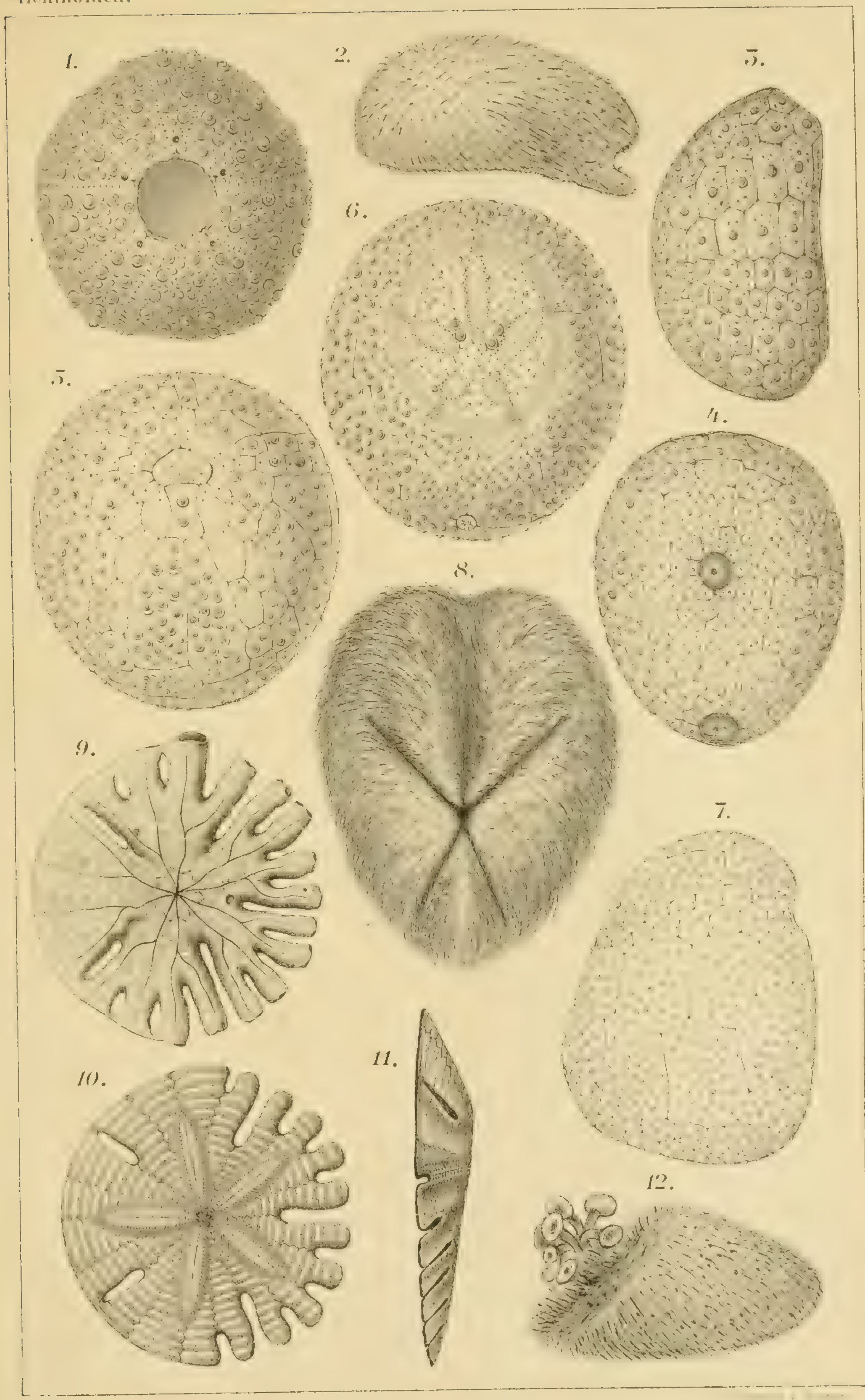


Erklärung von Tafel XVIII.

Echinoidea. Systematik 2.

Fig.
1. *Pygastrides relictus* Lov. Ventralansicht. 12 mal vergr.
2. *Spatagocystis challengeri* A. Ag. Seitenansicht. Nat. Grösse.
3. *Urechinus naresianus* A. Ag. von der Seite. Grösse 27 mm
4. *Urechinus naresianus* A. Ag. von der Bauchseite.
5. *Hemiaster expergitus* Lov. Ventralansicht.
6 *Hemiaster expergitus* Lov. Rückenansicht.
7. *Hemiaster expergitus* Lov. von der rechten Seite.
8. *Moira stygia* A. Ag. mit den Stacheln, Rückenansicht. Vergr. 1,5.
9—11. *Rotula augusti* Klein, ohne die Stacheln, Rücken-, Bauch- und Seitenansicht.
12. *Aerope rostrata* W. Thom.

Fig. 1 nach Lovén (407); 2, 3, 4, 12 nach Al. Agassiz (17); 5, 6, 7 nach Lovén (401); 8 nach Bell (76); 9, 10, 11 nach Louis Agassiz (27).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.



